



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Feria Provincial de Ciencia y Tecnología

Título: SILBIA DUO (“Sistema Integrado de Lustrado y Barrido Inteligente Autónomo Desinfectante por UV y Ozono”)

Alumnos Expositores:

- Porporato Lucila 5º informática “A” DNI 42.840.025
- Ternovic Ivan 6º Electromecánica “B” DNI 42.058.397

Otros Integrantes:

- Bernardotti Luciano 5º informática “A” DNI 42.906.381
- Bonkovic Alejo 5º informática “A” DNI 43.179.764
- Castillo Lucas 5º Electromecánica “B” DNI 43.179.764
- Gambotto Gerónimo 5º informática “A” DNI 42.959.150
- Müller Micaela 5º informática “A” DNI 42.963.718
- Tizi Jerónimo 6º Electromecánica “C” DNI 42.574.530
- Torres Isaias 6º Electromecánica “C” DNI 41.238.192
- Ibarra Mateo 4º Electromecánica “B” DNI 42.676.435

Nivel: Secundaria 2

Modalidad: Educación Técnico Profesional

Ámbito: Urbano

Área: Ingeniería y Tecnología

Asesores:

- De Ambrosio Luis DNI 36.572.009
- Fritzler Jorge DNI 30.572.681
- Herrera Hernán DNI 33.803.657

Escuela: Instituto Privado Fray Luis Beltrán - Moreno 401 – San Nicolás de los Arroyos – Bs. As.

Año: 2017



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Fecha: 11/07/2017



SISTEMA INTEGRADO DE LUSTRADO Y BARRIDO INTELIGENTE AUTÓNOMO DESINFETANTE POR UV Y OZONO

Índice

Contenido	
Índice.....	2
Introducción.....	7
Soluciones comerciales	7
Desinfección UV	8
Desinfección por gas ozono.....	8
Hipótesis.....	8
Observaciones	8
Edades de los pacientes	8
Superficie y tiempo de limpieza	10
Conclusiones	12
Objetivos	12
Beneficiarios.....	13
Tecnología base.....	14
Arduino UNO (anexo 2 – Diagrama de pines Arduino UNO)	14
Arduino NANO (anexo 2 – Diagrama de pines Arduino NANO)	15
Raspberry PI(anexo 2 – Diagrama de pines Raspberry PI 2)	15
Sensor HC-SR04(anexo 2 Área de cobertura HC-SR04)	16
Características técnicas:	16



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Entornos de desarrollo	17
Google App Inventor	17
Arduino IDE	17
SILBIA DUO	19
Electrónica:	19
Programación:.....	19
Mecánica	19
Presupuesto	20
Modelo final SILBIA DUO	21
Planos y despieces de SILBIA DUO	21
Despiece general	22
Despiece oruga	23
Laterales oruga	24
Eslabones	24
Sistema de tracción.....	25
Rueda delantera.....	28
Soporte de estructura (escuadra x4)	29
Estructura.....	30
Rodillo para desinfección química.....	34
Electrónica	35
Programación	35
Conclusiones	35
Bibliografía	36
Agradecimientos.....	36
Anexo 1	37
Resumen	38
Introducción	38
Soluciones comerciales.....	38
Hipótesis	39
Observaciones	39
Tipos de residuos escolares.....	39
Superficie y tiempo de limpieza	39



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Tiempos	40
Algunos números	40
TIEMPO TOTAL DE LIMPIEZA ANUAL:	40
Conclusiones	40
Objetivos	41
Beneficiarios	41
Pruebas	41
Pruebas de fiabilidad del sensor HC-SR04	41
Resultados:	44
Conclusiones.....	45
Pruebas de fuerza de motores de corriente continua de 5v.....	46
Resultados	47
Conclusiones.....	47
Prototipos.....	48
SILBIA v0.5	48
Planos	48
Diagrama electrónico	49
Código instalado.....	50
Pruebas	51
Conclusiones.....	51
SILBIA v0.6	52
Planos	52
Diagrama electrónico	52
Código instalado.....	53
Pruebas	54
Conclusiones.....	54
SILBIA v0.7	55
Planos	55
Diagrama electrónico	56
Código instalado.....	57
Posiciones de sensores probadas.....	59
Pruebas.....	60



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Conclusiones.....	61
SILBIA v0.8 y v0.9	61
Presupuesto	62
Estructura.....	63
Ruedas.....	64
Monturas de sensores laterales	64
Monturas de sensores frontales	65
Electrónica	66
Código instalado.....	69
Tipo de recorrido	74
Pruebas.....	75
Conclusiones.....	75
SILBIA 1.0.....	76
Electrónica:	76
Programación:	76
Mecánica.....	77
Presupuesto	77
Diagrama de bloques electrónicos	78
Concepto de la oruga	78
Estructura.....	79
Ruedas de apoyo (x8)	80
Soporte del eje (x16 en aluminio).....	81
Despiece de la rueda montada.....	81
Ruedas de tracción (x2)	82
Despiece de la rueda montada.....	83
Ruedas guías (x2)	83
Despiece de la rueda montada.....	84
Modelo final SILBIA 1.0	85
Electrónica	85
Programación	87
APP de control	87
Conclusiones.....	89



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Anexo 2	90
Esquema electrónico Arduino UNO	91
Diagrama de pines Arduino UNO.....	91
Esquema electrónico Arduino NANO	92
Diagrama de Pines	92
Diagrama de Pines Raspberry PI 2.....	93
HC-SR04	93
Área de cobertura HC-SR04.....	94



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Resumen

Es normal que, en los centros de salud, las personas ingresen con un cuadro viral y días después se presente otro completamente distinto, contagiado en el mismo lugar médico. Queremos evitar esto.

Crearemos un robot que circule por los centros médicos desinfectando el lugar para evitar la propagación y el contagio de enfermedades mediante desinfección química, ozono y luz UV.

La luz UV proporciona una inactivación rápida y eficiente de los microorganismos mediante un proceso físico. Cuando las bacterias, los virus y los protozoos se exponen a las longitudes de onda germicidas de la luz UV, se vuelven incapaces de reproducirse e infectar.

El robot será utilizado en la asistencia pública en los horarios en que está cerrada para aliviar las tareas del personal y beneficiar la correcta desinfección combinada del lugar, focalizando el piso y zócalos, lugares donde según el estudio de campo se concentra la mayor cantidad de virus y bacterias. El costo del proyecto es de \$6500 a precio minorista.

Introducción

SILBIA DUO nace a partir de la experiencia conseguida durante 2015 y 2016 con SILBIA, la Secretaría de Salud Pública de San Nicolás se enteró del proyecto que fue aplicado en el Instituto Fray Luis Beltrán y se pactó construir un robot similar pero que sea capaz de resolver los problemas de la Asistencia, teniendo en cuenta el proyecto de ampliación en el que se está trabajando.

La Dra. Mirna Botasi está colaborando con este proyecto para la realización de estudio de campo y pruebas en el entorno real.

Soluciones comerciales

Robots comerciales solo son utilizados para el aspirado de superficies secas o para la remoción de residuos en piletas.

Actualmente la desinfección de superficies hospitalarias se realiza solo a través de soluciones químicas aplicadas manualmente por personal de maestranza. Soluciones como desinfección por UV no son aplicadas en gran escala, a pesar de su efectividad.



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Desinfección UV

Los microorganismos existentes en el aire, como virus, bacterias, levaduras y moho, aparecen especialmente en áreas muy frecuentadas. Ponen en peligro la salud de las personas, contaminan las materias primas y echan a perder los alimentos.

Con la radiación ultravioleta, las bacterias se reducen fiablemente y se mejoran las condiciones de higiene y almacenamiento. Para reducir a largo plazo el nivel bacteriano, se puede desinfectar el aire expuesto a bacterias ya incluso en los canales de entrada de aire.

Especialmente la radiación ultravioleta de onda corta es fuertemente bactericida. Esta radiación es absorbida por el ADN de los microorganismos y daña allí su estructura. De esta manera, se desactivan las células vivas.

Desinfección por gas ozono

El gas ozono mejora la calidad del aire. Su acción principal es la desinfección y eliminación de olores junto con la ionización hasta que el ambiente quede totalmente purificado y limpio de agentes patógenos.

Hipótesis

Actualmente la Asistencia Pública es visitada por cientos de personas y el movimiento, tanto de pacientes como de profesionales, hace que los pisos sean muy difíciles de mantener limpios. Considerando, además, la cantidad de niños que hay, y que muchas veces están comiendo o recogen material del suelo, es imperioso que este se encuentre lo mejor desinfectado posible. Por este mismo motivo, la desinfección química puede ser peligrosa para la salud de los mismos.

Observaciones

Edades de los pacientes

Para averiguar los requisitos a cubrir con SILBIA DUO, se realizó un estudio de campo en la asistencia médica pública. Inicialmente se consultó con las autoridades del lugar respecto a distintas situaciones, estas comunicaron que hay muchas personas recurrentes en la guardia, algunas que la visitan con pocos días de diferencia y, sin embargo, presentan cuadros virales distintos en la primera y segunda visita.

Esto se debe a que en el aire y superficies abundan las bacterias emanadas por las mismas personas y se corre el riesgo de contagio.



Posteriormente fue decidido contabilizar las personas diferentes que ingresaban en la asistencia durante una hora, sectorizando la tabla cada diez minutos y anotando cada persona que entraba.

Aquí los resultados:

Horario \ Edad	Niños	Jovenes	Adultos	Personas mayores	Embarazadas
10:00	4	6	8	3	-
10:10	2	5	4	1	1
10:20	2	7	6	2	-
10:30	1	4	5	5	2
10:40	4	5	6	3	1
10:50	3	2	9	1	-

Ilustración 1 - Tabla de edades

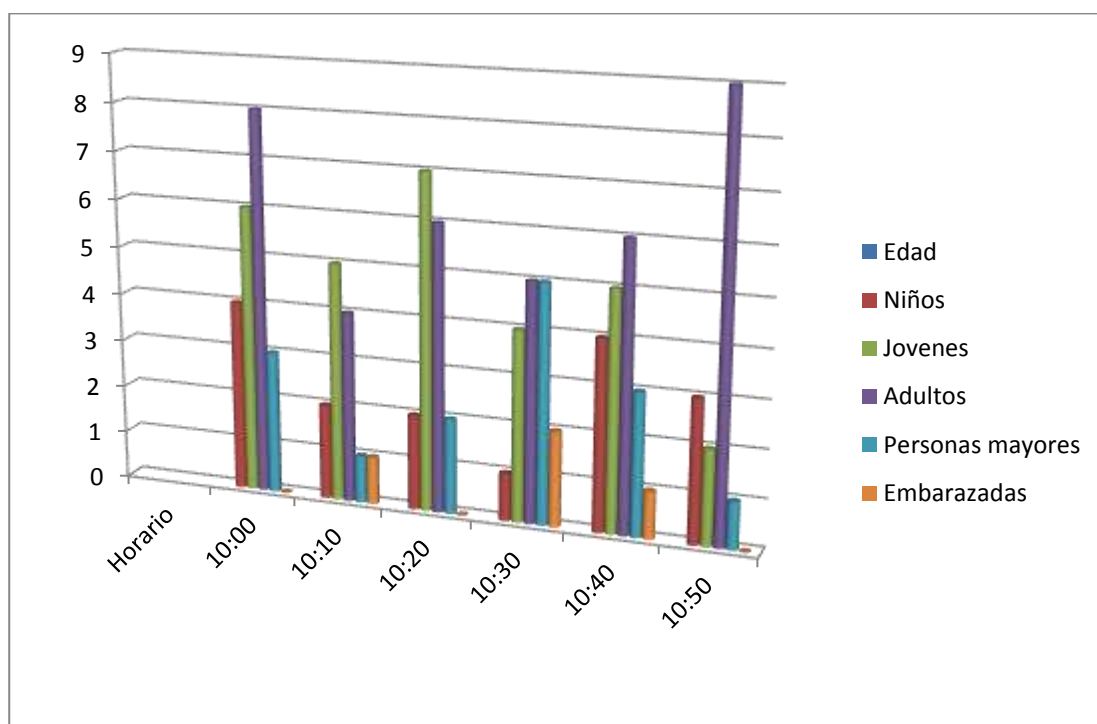


Ilustración 2 - Gráfico representativo

Sin duda, los casos son variados y este estudio comprueba que, en tan solo una hora de la mañana ingresaron 102 personas. Dentro de las cuales 16 fueron niños entre 1 y 12 años, 29



fueron jóvenes desde 13 hasta 24 años de edad, tan solo ingresaron 3 embarazadas a recibir las vacunas reglamentarias, asistieron además 38 adultos y 15 personas mayores de 55 años.

Superficie y tiempo de limpieza

La distancia fue tomada a partir de pasos y con la ayuda de Google Maps. La superficie a limpiar es de poco más de 250m². Actualmente el personal de maestranza hace limpieza general en horarios donde la asistencia está cerrada. Durante la jornada de atención. El personal mantiene la limpieza para que el suelo este limpio pero rara vez desinfecta utilizando químicos (salvo que haya un accidente o alguna situación similar).

La asistencia dispone de cestos de basura distribuidos, por lo que la necesidad de juntar residuos altos es casi nula. No hay obstáculos más que la gente en circulación (este podría ser un problema para SILBIA, pero ha demostrado ser capaz de sortear el problema).

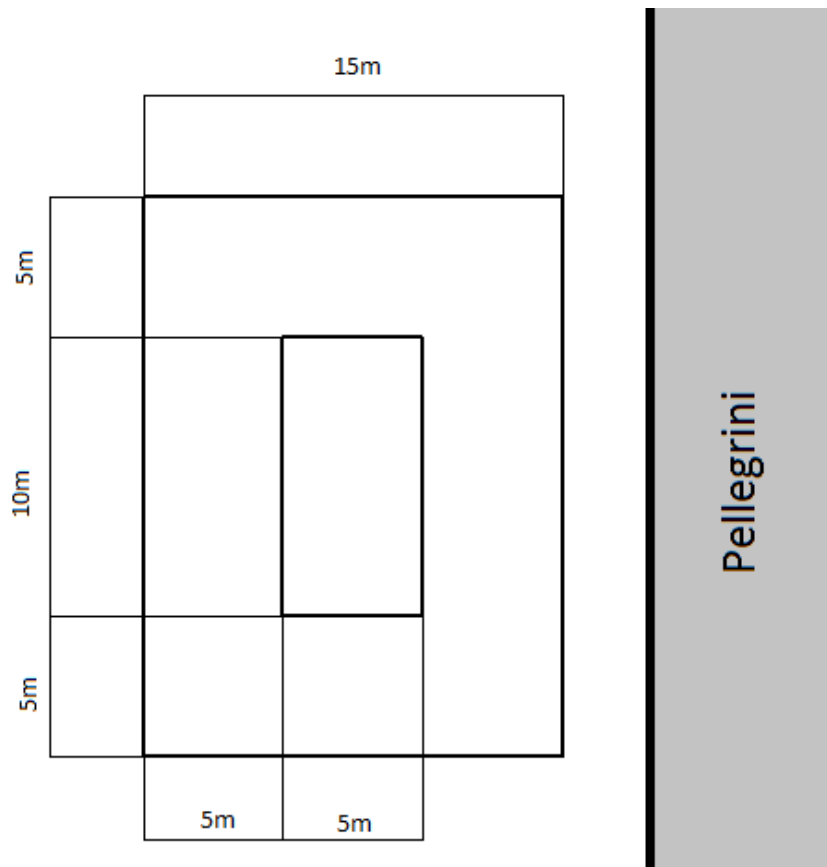


Ilustración 3 - Plano representativo de la asistencia



Efectividad de métodos desinfectantes

UVC

Se realizaron pruebas en el mismo colegio, con placas de petri y gelatina sin sabor. En un comienzo se delimitaron los sectores de donde se tomarían las pruebas, posteriormente se tomó con un hisopo una muestra de cada sector delimitado. Se expuso a diferentes tiempos de radiación UV-C y se tomaron otras dos muestras, depositándolas en las placas. Pasados los 5 días, se contaron las colonias de bacterias formadas en cada placa. Aquí los resultados:

Muestra	Sin UVC	10 Segundos	20 Segundos
Rodrigo			

En la muestra sin UV-C se formaron 23 colonias, en la muestra expuesta 10 segundos se formaron 9 colonias y en la muestra con mayor tiempo de exposición, tan solo se formaron 4 colonias.

Se realizó una segunda tanda de pruebas sobre nuevas muestras para confirmar o refutar los resultados. Esta vez se tomaron muestras de 4 sectores distintos:

- Sin desinfectar
- 5 seg. de UVC (tiempo estimado de aplicación de luz por SILBIA DUO)
- 10 seg. de UVC
- 15 seg. de UVC
- Desinfectante químico

Las pruebas fueron realizadas sobre sectores de 20cm x 20cm (área de cobertura del tubo UVC), estas áreas serán cubiertas por SILBIA en aproximadamente 12 segundos a velocidad normal, pudiendo variar de acuerdo al tipo de desinfección que se decida hacer (UVC o química).



Resultados:

	Colonias contadas por placa DÍA 4				
	Control	5 segundos UVC	10 segundos UVC	15 segundos UVC	Químico
Muestra 1	8	4	3	3	6
Muestra 2	10	6	3	2	3
Muestra 3	8	4	4	3	5
Muestra 4	10	5	4	3	4
Promedio	9	5	4	3	5
Porcentaje de bacterias vivas	100%	48%	35%	28%	45%

Como se observa, solo 5 segundos de exposición a luz UVC reducen la cantidad de bacterias de manera más eficaz que con el desinfectante químico.

Conclusiones

En el transcurso del día la desinfección de los pisos se complica en sobre manera, haciendo que muchas veces la gente se contagie patologías diferentes a las que traían. Los niños recogen cosas del piso y muchas veces se la llevan a la boca, haciendo imperiosa la necesidad de mantenerlos lo más estéril posible.

Es un entorno ideal para aplicar a SILBIA por el tipo de construcción y nivel del piso, no será necesario una alta velocidad. Va a ser necesario llamar lo menos posible la atención, para evitar que se convierta en juguete.

Las pruebas realizadas en la escuela indican que la luz UVC desinfecta de forma real y notable, reduciendo las bacterias y evitando en gran porcentaje su reproducción.

Objetivos

Crear una tecnología bajo licencia libre de bajo costo, capaz de reducir la carga de trabajo del personal de limpieza:

- El robot deberá reconocer el entorno en el que esta para poder evitar obstáculos y desniveles.
- Lograr la mayor autonomía.



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



- Conseguir mezclar desinfección química y UVC para lograr la mayor acción de desinfección posible.
- Ser capaz de elegir, de acuerdo a las horas en que esté funcionando, si aplicar desinfección química y UVC o solo UVC.

Poder realizar las tareas automáticamente o a través de control remoto.

Beneficiarios

- Pacientes de centros de salud: Se reducirá el contagio de posibles enfermedades y patologías dentro de las instituciones hospitalarias.
- Personal de maestranza: En ciertos horarios, el trabajo a realizar será menor ya que el robot se encargará de lustrar el suelo y lograr que permanezca limpio por más tiempo
- Estudiantes pertenecientes a Picot: el trabajo contribuirá al trabajo conjunto, la investigación y creación de productos innovadores, permitiendo desarrollar una cultura de estudiantes emprendedores.



Tecnología base

Arduino UNO (anexo 2 – Diagrama de pines Arduino UNO)

La tarjeta de desarrollo Arduino UNO R3 es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328 cuenta con 14 pines in/out digitales (de los cuales 6 pueden ser utilizados como salidas PWM) y 6 entradas analógicas, un conector USB, uno de alimentación y un botón de reset.

Al ser una plataforma abierta las placas pueden fabricarse en todo el mundo, por lo que cabe aclarar que es idéntica en todos sus componentes que la fabricada en Italia, pero su construcción es en China, aunque es compatible 100% con el software y hardware Arduino.

Arduino Uno R3 funciona con todos los shields existentes y también puede adaptarse a los nuevos. Arduino UNO R3 es prácticamente igual que su predecesor Duemilanovey 100% compatible, pero incorpora ésta vez una autoselección del voltaje de alimentación (DC/USB) gracias a un chip MOSFET incluido en la placa. Además, dispone del nuevo bootloader OptiBoot que permite cargar programas a 115Kbps (56Kbps en la versión anterior). El bootloader también ha sido reducido en tamaño ya que tan sólo ocupa 512bytes.

Arduino UNO no es más simple o sencillo, el hardware ahora utiliza un controlador USB personalizado que puede ser re-programado (por usuarios avanzados) para permitir que la tarjeta actúe como prácticamente cualquier dispositivo USB, como un teclado, ratón o joystick. El nuevo controlador USB es también más rápido ya que acelera la velocidad de transferencia durante la programación y ahora funciona perfectamente con ordenadores Linux y MAC sin necesidad de controladores externos.

Arduino se conecta al ordenador mediante un cable USB estándar y contiene todo lo necesario para programar y utilizar la tarjeta.

La placa contiene todo lo necesario para usar el microcontrolador, simplemente se necesita conectarla a un ordenador con un cable USB, o alimentarla con un adaptador de corriente AC a DC para empezar. Por lo que no requiere de costosos programadores externos



Ilustración 4 - Arduino UNO

Arduino NANO (anexo 2 – Diagrama de pines Arduino NANO)

Versión 3 de la variante completa más pequeña de Arduino. Con un tamaño de tan solo 18mm x 43mm y pines ya soldados para pincharla directamente sobre una placa de prototipado o sobre un PCB.

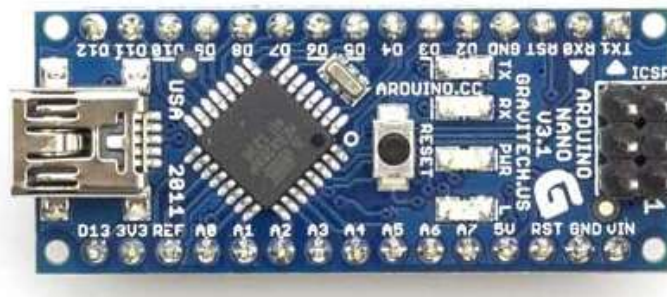


Ilustración 5 - Arduino NANO

La Arduino Nano ha sido reducida hasta un tamaño poco mayor que un sello de correos conservando todos los elementos que la hacen plenamente funcional, así la Arduino Nano dispone de conector mini USB y de un chip FTDI que actúa como convertidor USB a Serie.

La Arduino Nano incorpora un ATmega328 en versión SMD. Tiene 14 Entradas/Salidas digitales (6 de las cuales pueden utilizarse como salidas PWM), 8 entradas analógicas (la versión SMD del ATmega328 tiene dos entradas analógicas más que la versión DIP). Funciona a 16MHz con un cristal externo al microcontrolador montado en el PCB.

Raspberry PI(anexo 2 – Diagrama de pines Raspberry PI 2)



Ilustración 6 - Raspberry PI 2

Es una placa que soporta varios componentes necesarios en un ordenador común. Es un pequeño ordenador capaz, que puede ser utilizado por muchas de las cosas que su PC de escritorio hace, como hojas de cálculo, procesadores de texto y juegos. También reproduce vídeo de alta definición.

Este proyecto fue ideado en 2006 pero no fue lanzado al mercado febrero de 2012. Ha sido desarrollado por un grupo de la Universidad de Cambridge y su misión es fomentar la enseñanza de las ciencias de la computación los niños. De hecho, en enero de este año Google donó más de 15.000 Raspberry Pi para colegios en Reino Unido.

La placa, que antes era más pequeña que una tarjeta de crédito tiene varios puertos y entradas, dos USB, uno de Ethernet y salida HDMI. Estos puertos permiten conectar el miniordenador a otros dispositivos, teclados, ratones y pantallas.

También posee un System on Chip que contiene un procesador ARM que corre a 700 Mhz, un procesador gráfico VideoCore IV y hasta 512 mb de memoria RAM. Es posible instalar sistemas operativos libres a través de una tarjeta SD.

Sensor HC-SR04(anexo 2 Área de cobertura HC-SR04)

El HC-SR04 es un sensor ultrasónico de bajo costo que no sólo puede detectar si un objeto se presenta, como un sensor PIR (Passive Infrared Sensor), sino que también puede sentir y transmitir la distancia al objeto.

Tienen dos transductores, básicamente, un altavoz y un micrófono.

Ofrece una excelente detección sin contacto (remoto) con elevada precisión y lecturas estables en un formato fácil de usar.

El funcionamiento no se ve afectado por la luz solar o el material negro como telémetros ópticos (aunque acústicamente materiales suaves como telas pueden ser difíciles de detectar).

La velocidad del sonido en el aire (a una temperatura de 20 °C) es de 343 m/s (por cada grado centígrado que sube la temperatura, la velocidad del sonido aumenta en 0,6 m/s).

Características técnicas:

- Los módulos incluyen transmisores ultrasónicos, el receptor y el circuito de control.
- Número de pines:
 - VCC: Alimentación +5V (4.5V min – 5.5V máx.)
 - TRIG: Trigger entrada (input) del sensor (TTL)
 - ECHO: Echo salida (output) del Sensor (TTL)
 - GND
- Corriente de reposo: < 2mA
- Corriente de trabajo: 15mA



Ilustración 7 - HC-SR04



- Ángulo de medición: 30°
- Ángulo de medición efectivo: < 15°
- Detección de 2cm a 400cm (Sirve a más de 4m, pero el fabricante no garantiza una buena medición).
- “Resolución” La precisión puede variar entre los 3mm o 0.3cm.
- Dimensiones: 45mm x 20mm x 15mm
- Frecuencia de trabajo: 40KHz

Entornos de desarrollo

Google App Inventor

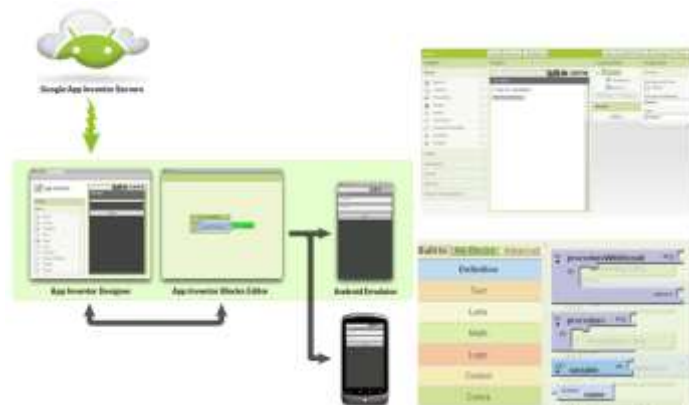


Ilustración 8 - Appinventor

Google App Inventor es una aplicación de Google Labs para crear aplicaciones de software para el sistema operativo Android. De forma visual y a partir de un conjunto de herramientas básicas, el usuario puede ir enlazando una serie de bloques para crear la aplicación. El sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente de la web. Las aplicaciones fruto de App Inventor

están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil.

El editor de bloques de la aplicación utiliza la librería Open Blocks de Java para crear un lenguaje visual a partir de bloques. Estas librerías están distribuidas por Massachusetts Institute of Technology (MIT) bajo su licencia libre (MIT License). El compilador que traduce el lenguaje visual de los bloques para la aplicación en Android utiliza Kawa como lenguaje de programación, distribuido como parte del sistema operativo GNU de la Free Software Foundation

Arduino IDE



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



La plataforma Arduino se programa mediante el uso de un lenguaje propio basado en el lenguaje de programación de alto nivel Processing.

La sintaxis del lenguaje de programación Arduino es una versión simplificada de C/C++ y tiene algunas diferencias respecto de Processing. Debido a que Arduino está basado en C/C++ mientras que Processing se basa en Java, existen varias diferencias en cuanto a la sintaxis de ambos lenguajes y el modo en que se programa.



Ilustración 9 - Arduino IDE

```
# define LED_PIN 13
void setup () {
  // Activado del contacto 13 para salida digital
  pinMode (LED_PIN, OUTPUT);
}
// Bucle infinito
void loop () {
  // Encendido del diodo LED enviando una señal al
  digitalWrite (LED_PIN, HIGH);
  // Tiempo de espera de 1 segundo (1000 ms)
  delay (1000);
  // Apagado del diodo LED enviando una señal baja
  digitalWrite (LED_PIN, LOW);
  // Tiempo de espera de 1 segundo
  delay (1000);
}
```

Ilustración 10 - Ejemplo de código Arduino



SILBIA DUO

Utilizando de base los prototipos exitosos construidos años anteriores. Este año tendrá cambios según la nueva orientación del proyecto. Estos son:

- Orugas fabricadas con impresora 3D: La tracción conseguida con las orugas funciona, pero se presentó un inconveniente, por la manera en la que estaban construidas con materiales reciclados, serían difícil de replicar y producir en masa. Al imprimirlas en PLA soluciona este punto, permitiendo a futuro la construcción de réplicas.
- Motorreductores de corriente continua: con estos motores podemos reducir la vibración dentro del robot y el consumo, manteniendo la fuerza de los motores PAP.
- Baterías de LIPO: El tiempo de uso continuo de SILBIA 1.0 es reducido para el propósito requerido este año. Antes se contaba con dos baterías de 12V y una de 6V, que incrementaban demasiado su peso y por lo tanto la fuerza de los motores era mayor. Esta vez utilizaremos baterías de lipo que son livianas y se mantienen cargadas mayor tiempo.

La construcción de este modelo buscara reducir el peso del robot al máximo manteniendo un costo no tan elevado. Los materiales a utilizar serán:

Electrónica:

- 1 Arduino MEGA
- 1 Arduino Nano (comunicación Bluetooth)
- 1 Módulo Bluetooth HC-05
- 2 Sensores de corriente por efecto Hall +30A
- 1 Sensor de voltaje (censado de batería)
- 6 Sensores ultrasónicos HC-SR04

Programación:

- APP para Android como control remoto Bluetooth
- Arduino

Mecánica

- Acrílico transparente de 2mm
- Ruedas, orugas y engranaje impresos en 3D
- 2 Rodamientos 6200ZZ
- 2 motorreductores CC de 24v



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



- Alambre acerado
- Tornillos ISO 4014 M3
- Tuercas ISO 4032 M3

Presupuesto

Los precios están actualizados a abril de 2017, todos los elementos fueron comprados en Mercado Libre.

Material	precio por unidad	cantidad necesaria	sub total
Ozonizador	\$ 438,00	1	\$ 438,00
Lamparas UVC	\$ 1.000,00	1	\$ 1.000,00
Arduino MEGA	\$ 360,00	1	\$ 360,00
Arduino NANO	\$ 350,00	1	\$ 350,00
Baterias lipo	\$ 1.000,00	2	\$ 2.000,00
Cargador baterias	\$ 900,00	1	\$ 900,00
varios	-	varios	\$ 500,00
sensores	\$ 70,00	8	\$ 560,00
motores	\$ 280,00	2	\$ 560,00
TOTAL			\$ 6.668,00

Modelo final SILBIA DUO

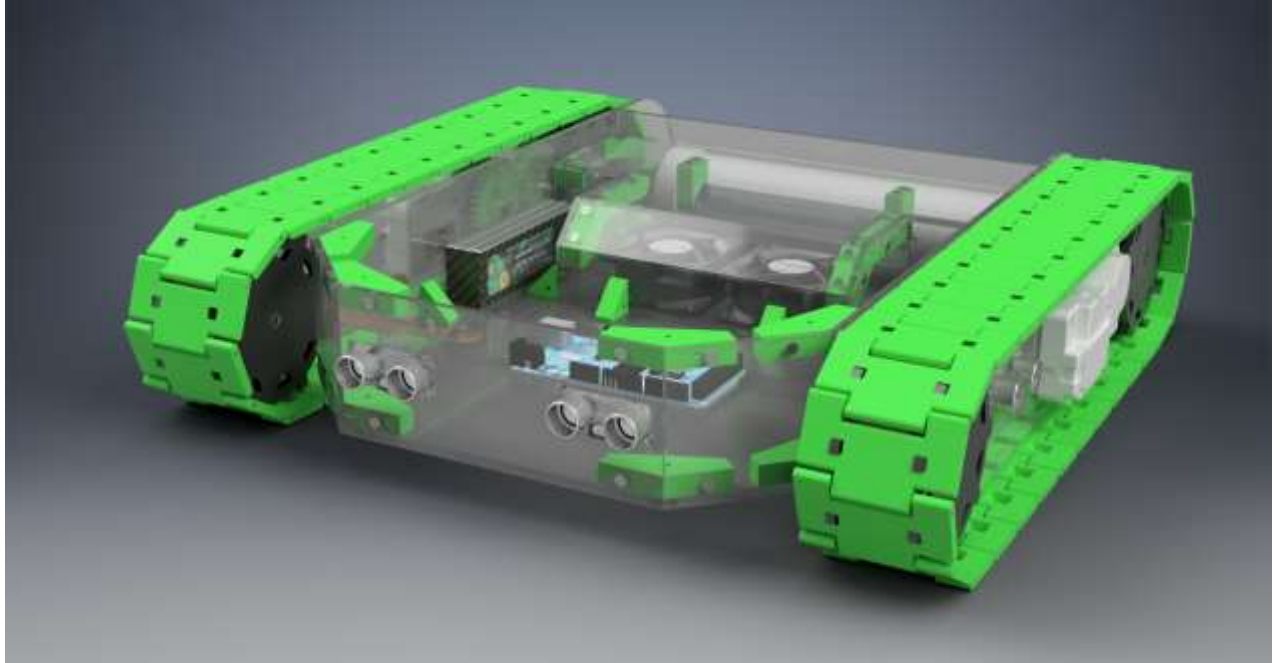


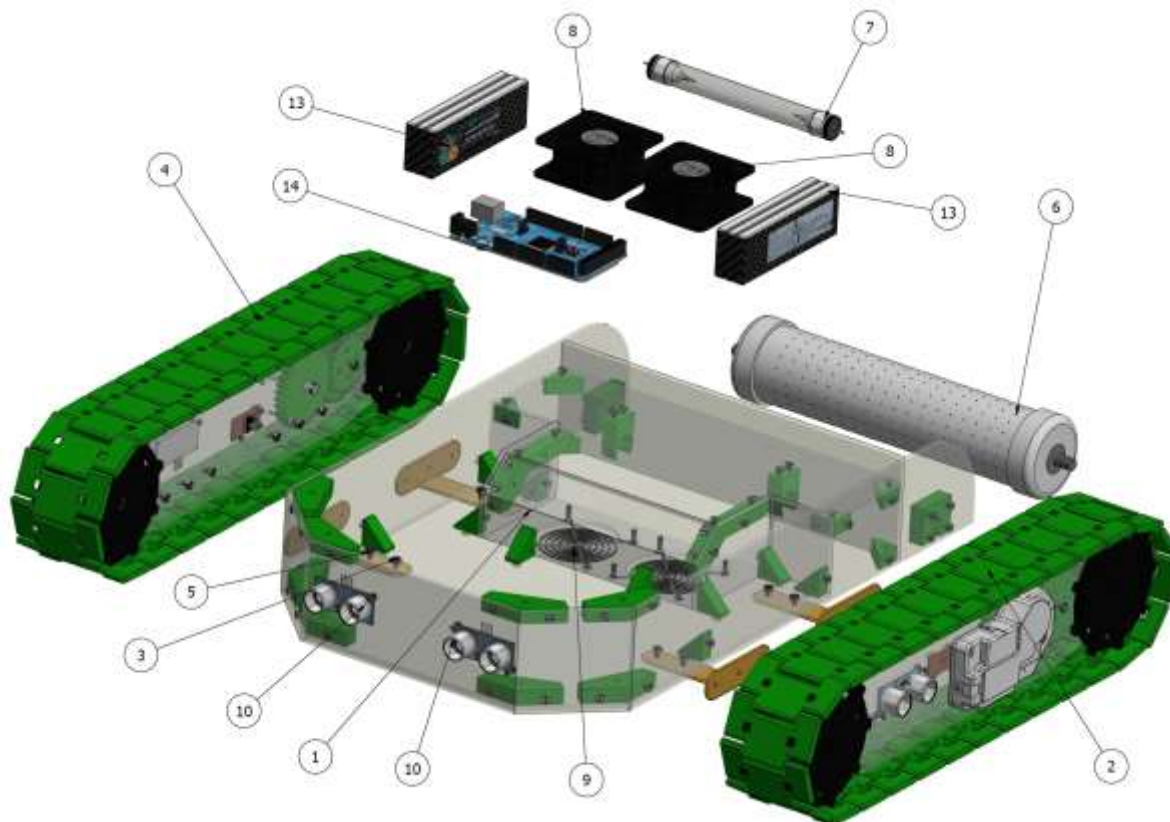
Ilustración 11 - Render SILBIA DUO

Planos y despieces de SILBIA DUO

Toda la construcción del robot se realizara priorizando el peso del mismo y la posibilidad de replicarla, se hará uso de acrílico para las partes más grandes, no solo por su apariencia, sino por su peso y resistencia.

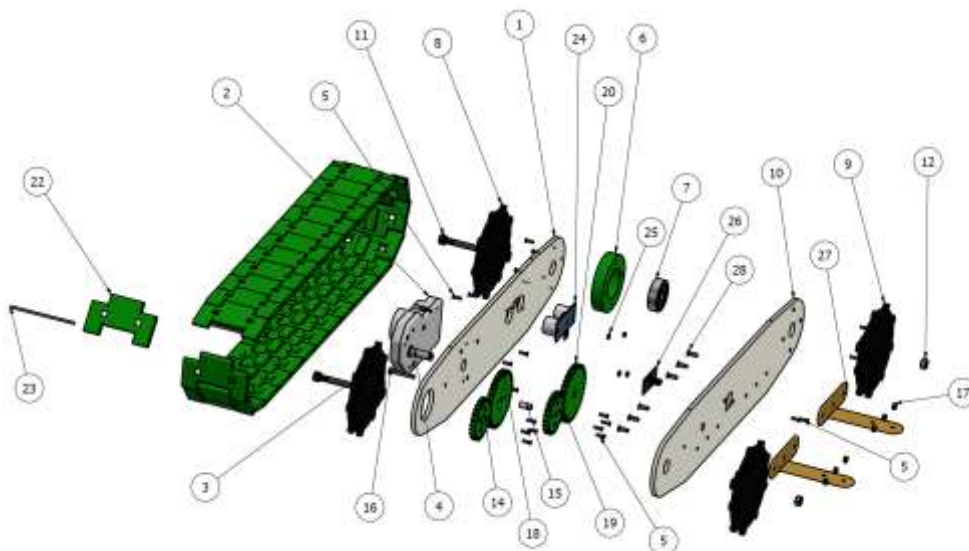
Todas las piezas más chicas, serán realizadas con impresión 3D en PLA de 3mm verde (color elegido por disponibilidad).

Despiece general



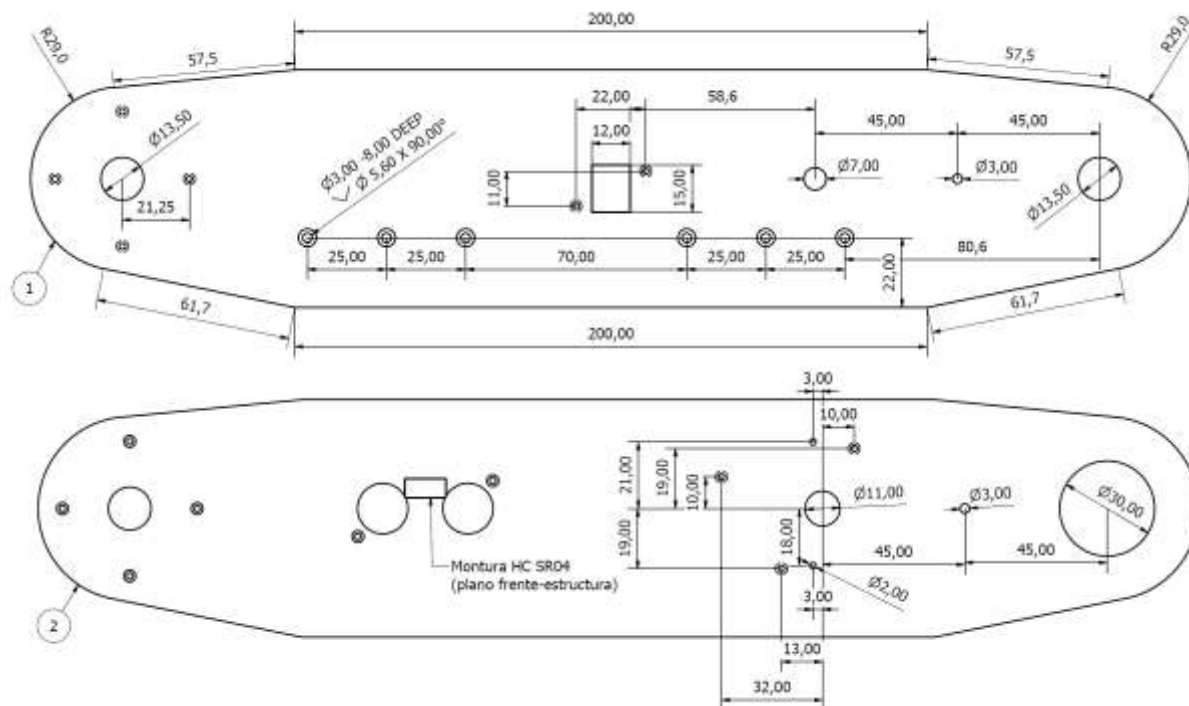
ITEM	CANTIDAD	PARTE
1	1	estructura
2	1	oruga
3	16	DIN-963-M3x8
4	1	oruga
5	8	ISO 4032 M3
6	1	rodillo
7	1	tubo-uy
8	2	fan-60x25
9	2	protección
10	2	HC SR04
11	4	ISO 4032 M2
12	4	DIN-963-M2x8
13	2	Batería LIPO
14	1	Arduino Mega

Despiece oruga



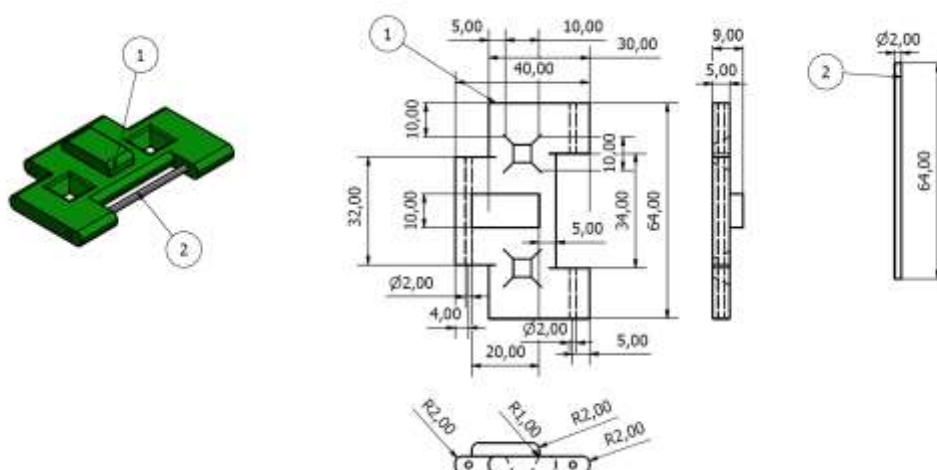
ITEM	CANTIDAD	PARTE
1	1	lateral-oruga-izquierda
2	1	motorreductor
3	1	rueda-exterior-tracción
5	23	DIN-963-M2x8
6	1	espaciador-acrílicos-oruga
7	1	rodamiento-6200zz
8	1	rueda-exterior
9	2	rueda
10	1	lateral-oruga-derecha
11	2	DIN-912-M4x32
12	2	ISO 4032 M5
14	1	engranaje-menor-rueda
15	1	buje-transmisión
16	1	ISO 4014 M3x15
17	7	ISO 4032 M3
18	1	engranaje-mayor-transmisión
19	1	engranaje-menor-transmisión
20	1	engranaje-mayor-motor
22	1	eslabón
23	1	pasador-eslabón
24	1	HC SR04
25	4	ISO 4032 M2
26	1	placa-conexión
27	2	escuadra-t
28	6	DIN-963-M3x8

Laterales oruga



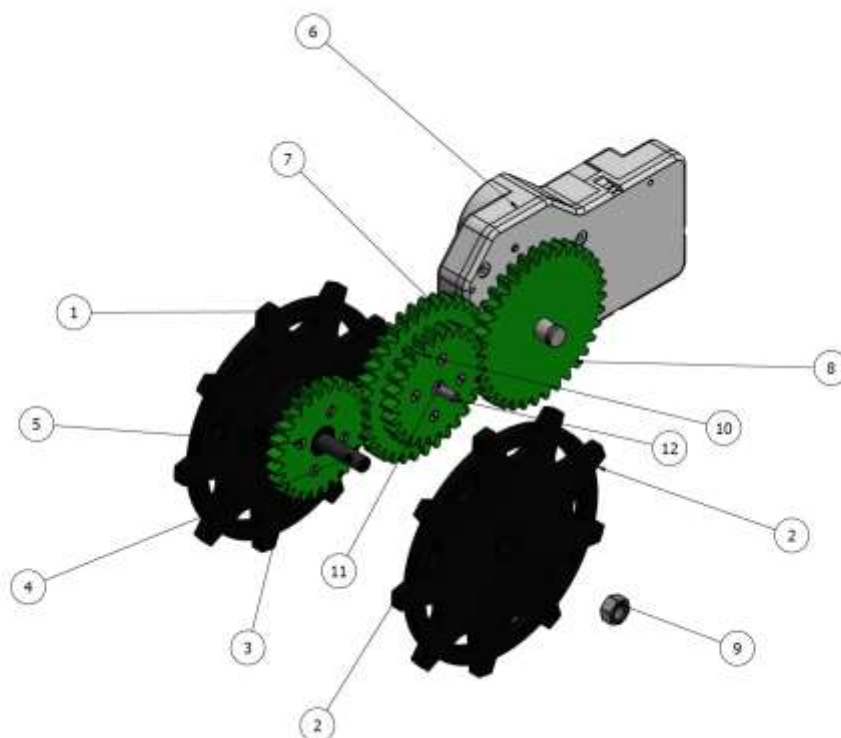
ITEM	CANTIDAD	PARTE	DESCRIPCION
1	2	lateral-oruga-derecho	EN ESPEJO
2	2	lateral-oruga-izquierdo	EN ESPEJO

Eslabones

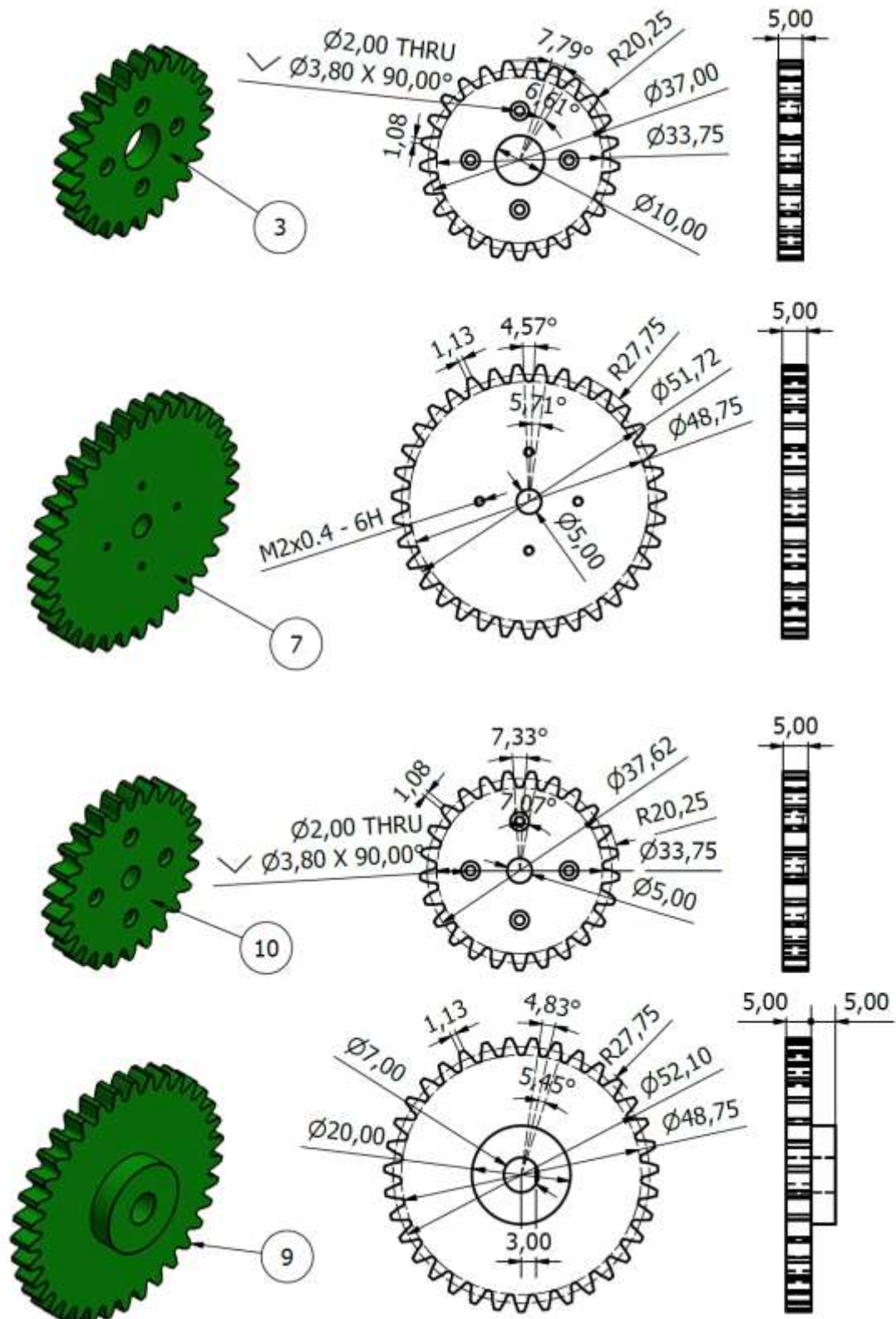


ITEM	CANTIDAD	PARTE	DESCRIPCION
1	58	eslabon	29 por oruga
2	58	pasador-eslabon	29 por oruga

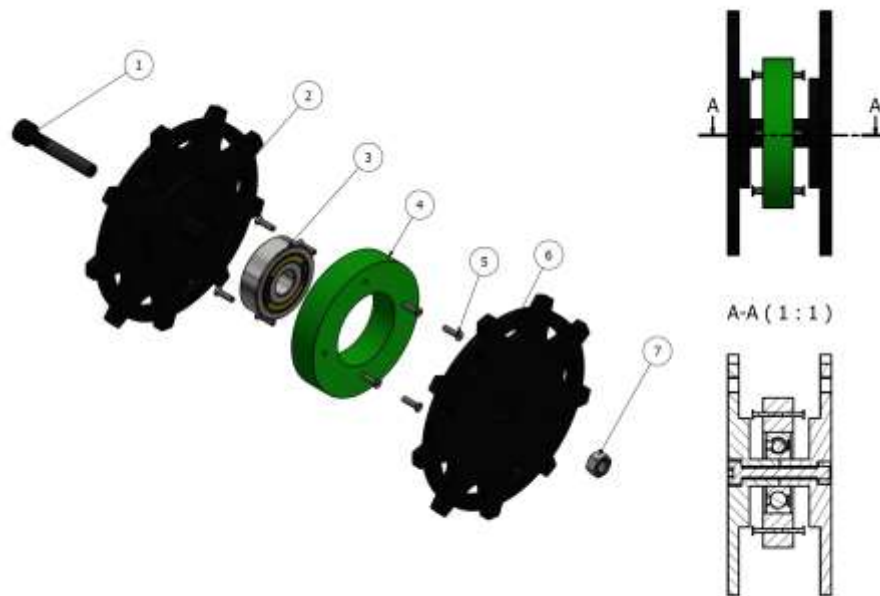
Sistema de tracción



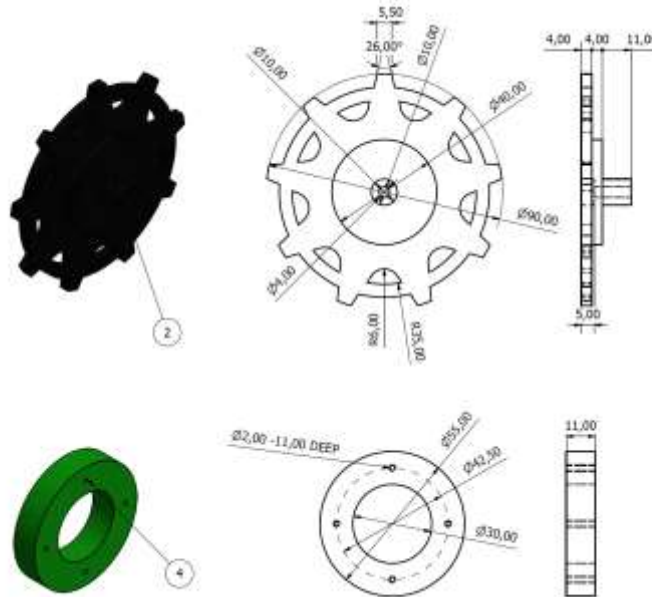
ITEM	CANTIDAD	PARTE
1	2	rueda-exterior-tracción
2	4	rueda-interior
3	2	engranaje-menor-rueda
4	4	DIN-912-M4x32
5	16	DIN-963-M3x8
6	2	motorreductor
7	2	engranaje-mayor-transmisión
8	2	engranaje-mayor-motor
9	4	ISO 4032 M5
10	2	engranaje-menor-transmisión
11	2	buje-transmisión
12	2	ISO 4014 M3x15



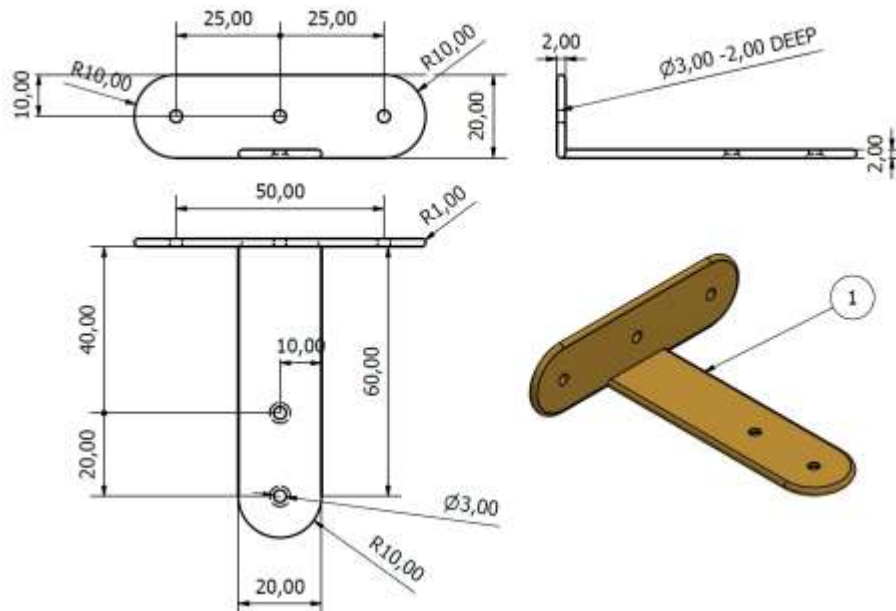
Rueda delantera



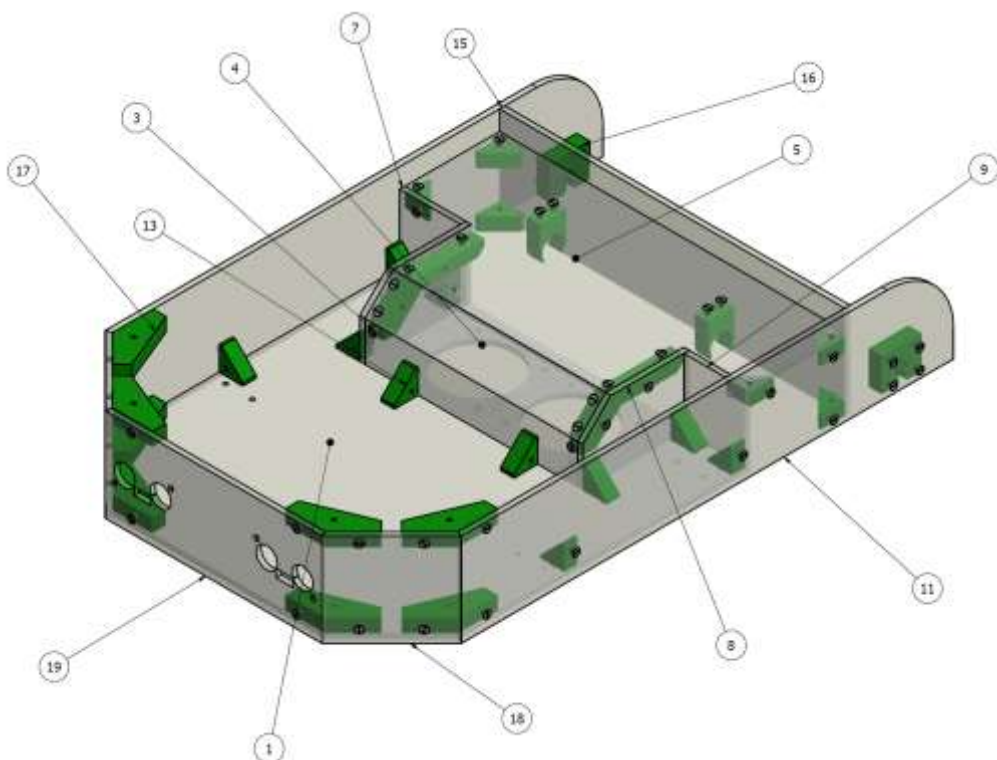
ITEM	CANTIDAD	PARTE
1	2	DIN-912-M4x32
2	2	rueda-exterior
3	2	rodamiento-6200zz
4	2	espaciador-acrilicos-oruga
5	16	DIN-963-M2x8
6	2	rueda-interior
7	2	ISO 4032 M5



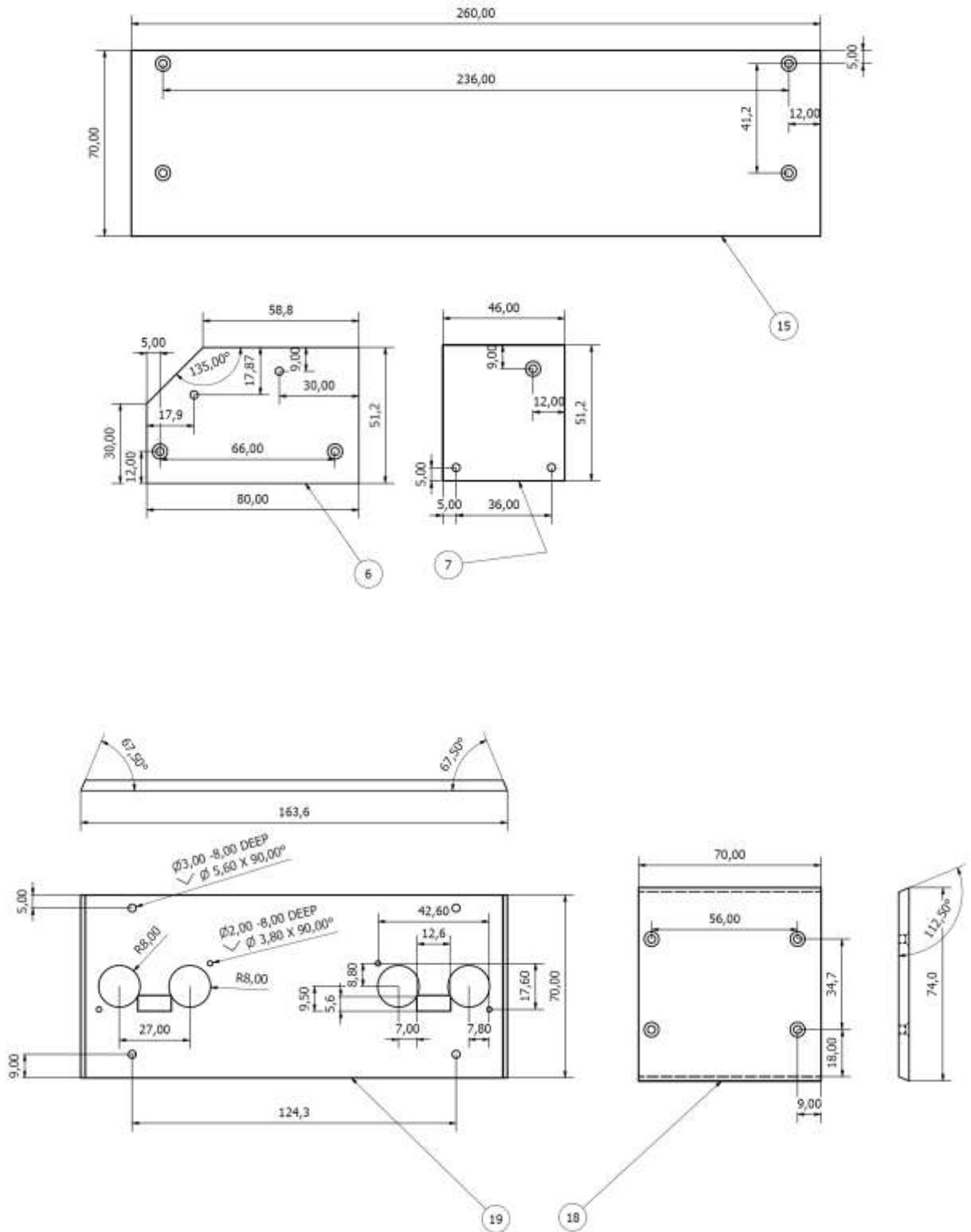
Soporte de estructura (escuadra x4)

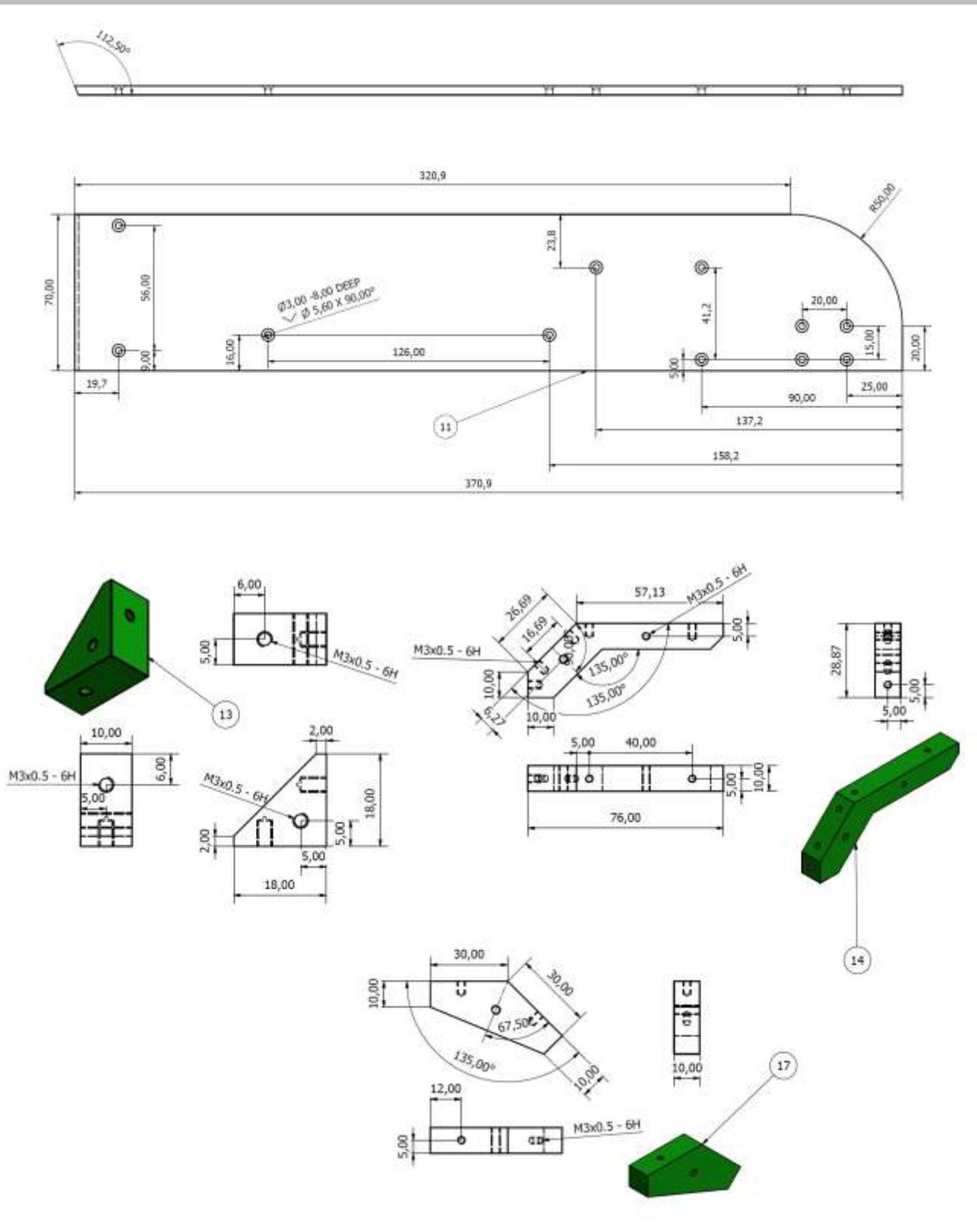


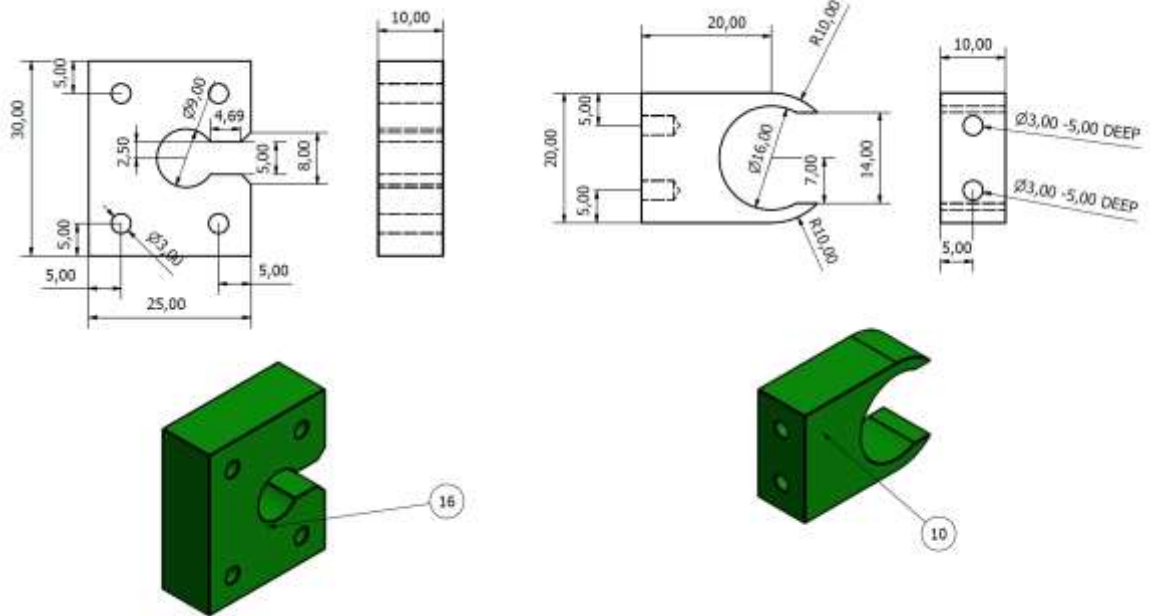
Estructura



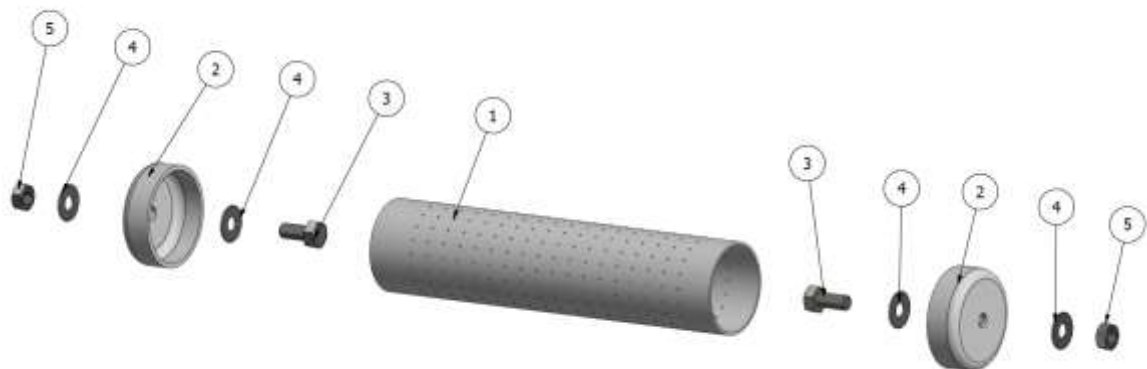
ITEM	CANTIDAD	PARTE
1	1	base-estructura
2	86	DIN-963-M3x8
3	1	estructura-frente-fans
4	1	estructura-frente-fans-45
5	1	estructura-frente-fans-tapa
6	1	estructura-lateral-fan
7	1	estructura-frente-trasera-fans
8	1	estructura-lateral-fan_MIR
9	1	estructura-frente-trasera-fans_MIR
10	2	soporte-tubo
11	1	lateral-estructura
12	1	lateral-estructura_MIR
13	16	I-90
14	2	I-135
15	1	estructura-frente-fans-trasera
16	2	soporte-rodillo
17	8	I-135-frontal
18	2	frente-estructura-45
19	1	frente-estructura







Rodillo para desinfección química





ITEM	CANTIDAD	PARTE	DESCRIPCION
1	1	rodillo-plástico	Caño PVC 2" x 200mm
2	2	tapa-rodillo	Tapa PVC 2" - Agujero central
3	2	ISO 4014 M8x18	
4	4	ISO 7089 M8	
5	2	ISO 4032 M8	

Electrónica

Los componentes electrónicos y conexiones son iguales a las de SILBIA (anexo 1 – SILBIA 1.0 – Electrónica) con el único cambio de motores paso a paso por motorreductores. La luz ultravioleta y el ozono estarán conectados directamente a la batería, ya que siempre se encontrarán encendidos.

Programación

El código, tanto de Arduino como de Appinventor, será igual al de SILBIA (anexo 1 – SILBIA 1.0 – Programación).

Conclusiones

Al completar las pruebas respecto a la desactivación y eliminación de bacterias, puede afirmarse el poder desinfectante que poseerá SILBIA DUO en funcionamiento.

La parte mecánica de SILBIA DUO está lista y se comenzó con la electrónica para tener el robot terminado lo antes posible. Las problemáticas que se presentaron con anterioridad fueron resueltas por completo en las pruebas.



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Bibliografía

- <http://www.esteca55.com.ar/proye-dvb20a.html>
- <http://www.esteca55.com.ar/proye-interfazcnc12.html>
- <https://flipboard.com/@arbandflipb/sprinkler-system-pqe73ck1z>
- <https://www.arduino.cc/>
- www.procesodepurativo.com.ar/wp-content/uploads/Ozono.pdf
- https://www.heraeus.com/es/hng/industries_and_applications/uv_technology/uv_air_disinfection.aspx
- Sistemas Integrados con Arduino (Editorial Marcombo) Lajara Vizcaino Jose Rafael
- Beginning Android ADK with Arduino (Technology in Action) Mario Böhmer
- Python: Crear, modificar, reutilizar (AnayaMultimedia) JimKnowlton

Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. Mirna Bottazzi por el asesoramiento y el apoyo en las pruebas de campo realizadas en el CEMPRE. Al Dr. Lucas Izzo por el material bibliográfico sobre desinfección hospitalaria junto al asesoramiento en la misma materia.

No podríamos haber logrado los resultados obtenidos sin la ayuda de la institución (Instituto Privado Fray Luis Beltrán) la cual nos dio el apoyo necesario para realizar este proyecto, junto a los profesores De Ambrosio Luis (informática), Fritzler Jorge (mecánica y mecanizado) y Herrera Hernán (electrónica) como orientadores y mentores, a García Gabriel por su asesoramiento en materia de diseño gráfico, Turino Fabián por la colaboración en el diseño tridimensional de los prototipos, y a todos los profesores que de una manera u otra nos ayudaron brindándonos su tiempo, su conocimiento y su experiencia.



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Anexo 1



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Resumen

El instituto sufre a lo largo del día 6 recreos y un intervalo de 30 minutos para que los estudiantes puedan almorzar, después de cada uno de estos descansos, los pasillos de la institución quedan con restos de comida, botellas y demás desperdicios que, lamentablemente, algunos alumnos dejan caer. El personal de limpieza de la escuela debe limpiar estos desperdicios entre los intervalos, ocupando tiempo valioso que muchas veces necesitan para realizar otras tareas.

Las soluciones que existen en el mercado, no tienen la capacidad de limpieza necesaria para poder cumplir con la tarea en el tiempo disponible, y acceder a más de un robot se volvería demasiado costoso.

Se decidió, entonces, construir un robot capaz de realizar estas tareas rápidamente y que sea lo más independiente de una persona que se pueda. Para ello se optó por una plataforma de hardware libre: Arduino. Se comenzaron a realizar pruebas para desarrollar un robot rodado que sea capaz de reconocer en el entorno en el que se mueve y poder reproducir una rutina programada que cumpla con la limpieza de los pasillos.

A finales de 2015 se concluyó con el prototipado creando un robot autónomo que es capaz de limpiar un área de 9m² eficazmente en 15 minutos. Actualmente se está desarrollando la versión final del robot en escala 1:1 que será el encargado de realizar las tareas de limpieza después de los intervalos.

Introducción

Soluciones comerciales

Su tecnología es muy sencilla, teniendo las características de una aspiradora, en un formato más reducido para caber bajo las mesas y sillas.

- MINT CLEANER: El cual emplea una tecnología pionera de navegación, similar a un pequeño GPS, que evita que vuelva a pasar dos veces por el mismo sitio o que omita alguna franja. Además, sus fabricantes destacan otra gran ventaja: utiliza los mismos recambios de limpieza que un paño clásico, que pueden usarse húmedos o secos según las necesidades de cada suelo.
- ASUS ROBOTICS: Ha creado ECleaner, un robot doméstico con mando de control remoto que incorpora luz ultravioleta para desinfectar el suelo y además perfuma la casa a la vez que la limpia emitiendo una agradable fragancia.



Hipótesis

Las soluciones comerciales explotan todas sus características en ambientes chicos donde la carga de residuos es mínima y muchas veces solo es polvo. La mayoría de los residuos sobrepasan en altura a las soluciones comerciales por lo que no sirven como solución.

Observaciones

Tipos de residuos escolares

Se tomaron muestras de un kilo de basura para analizar qué porcentaje de cada tipo de residuo hay, para de esta manera poder decidir si alguna de las soluciones comerciales podía satisfacer nuestras necesidades:

- Muestra 1: 1kg de basura después del segundo recreo de la mañana
- Muestra 2: 1kg de basura después del segundo recreo de la tarde
- Muestra 3: 1kg de basura después del intervalo para almorzar

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Botellas	530g	520g	550g	533g
Papeles	50g	100g	50g	67g
Organicos	160g	160g	360g	227g
Resto	260g	220g	40g	173g

Ilustración 12 - Tabla tipos de residuos

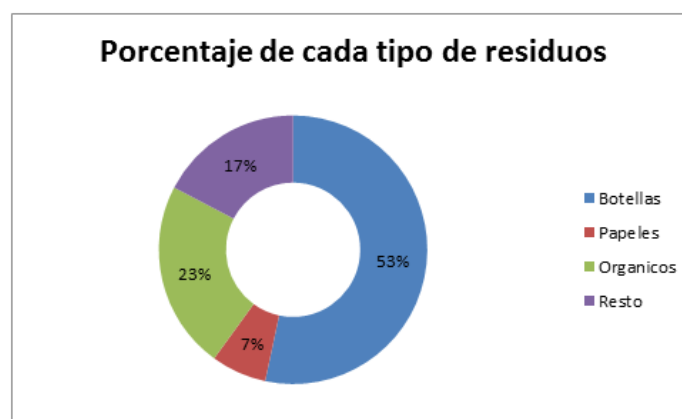
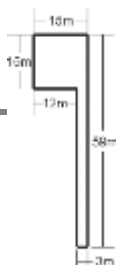


Ilustración 13 - Gráfico representativo

Superficie y tiempo de limpieza



El área donde se deberá desarrollar el robot es de 363m². Implica la limpieza del pasillo frente al patio, donde los estudiantes pasan la mayor parte del



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



recreo y el hall de entrada, que por el movimiento de gente necesita ser limpiado varias veces al día para levantar la tierra que se trae desde el exterior.

Imagen 2: plano de la superficie a limpiar

Tiempos

Las tareas realizadas por el personal de limpieza (las que estamos analizando) se dividen en dos:

- Limpieza post-recreos: una portera se encarga de pasar un escobillón acumulando tierra y residuos que puedan haber quedado después del recreo, en promedio la demora es de entre 10 y 15 minutos. La basura es recolectada una o dos veces dependiendo de la cantidad que sea.
- Limpieza post-almuerzo: esta tarea es realizada por todas las porteras (tres) por la cantidad de basura que queda, se realiza una vez al día, pero demanda casi una hora de trabajo.

Algunos números

- 36 semanas de actividad completa
- 6 recreos
 - 12 minutos de limpieza por cada uno
 - 1 portera
- 1 almuerzo
 - 50 minutos de limpieza
 - 3 porteras

TIEMPO TOTAL DE LIMPIEZA ANUAL:

$(180 \text{ días} \times 6 \text{ recreos} \times 12 \text{ min.}) + (180 \text{ días} \times 1 \text{ almuerzo} \times 50 \text{ min.} \times 3 \text{ porteras})$

- 39960 minutos
- 666 horas
- 28 días toma la recolección de basura después de los intervalos.

Conclusiones

La cantidad de horas demandadas para la limpieza después de los intervalos es muy alta, haciendo que las porteras deban ajustar todas las demás tareas para cumplir con todo.



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Los robots comerciales no podrían con la cantidad ni con el tipo de residuos que quedan después de cada recreo, se necesitarían al menos tres para cubrir todo el espacio a limpiar.

Cualquier producto a desarrollar deberá tener una autonomía de batería suficiente para realizar la limpieza completa, y ser capaz de descargar los residuos en algún lugar donde sea fácil su desecho.

Objetivos

Crear una tecnología bajo licencia libre de bajo costo, capaz de reducir la carga de trabajo del personal de limpieza:

- El robot deberá reconocer el entorno en el que está para poder evitar obstáculos y desniveles.
- Lograr la mayor autonomía.
- Conseguir la mayor capacidad de arrastre de residuos posible para reducir la cantidad de descargas.
- Poder realizar las tareas automáticamente o a través de control remoto.

Beneficiarios

- *Personal de maestranza:* en lugar de ocupar tiempo y recursos en limpiar luego de cada intervalo, podrán ocupar su tiempo en otras tareas, reduciendo la carga de trabajo del día.
- *Estudiantes pertenecientes a Picot:* el trabajo contribuirá al trabajo conjunto, la investigación y creación de productos innovadores, permitiendo desarrollar una cultura de estudiantes emprendedores.

Pruebas

Pruebas de fiabilidad del sensor HC-SR04

Se hicieron algunas pruebas al sensor, utilizando una placa Arduino UNO para poder tener una estadística del margen de falla que tiene en una situación real. Para ello se armó un circuito simple que lo único que pretende es obtener datos del sensor.

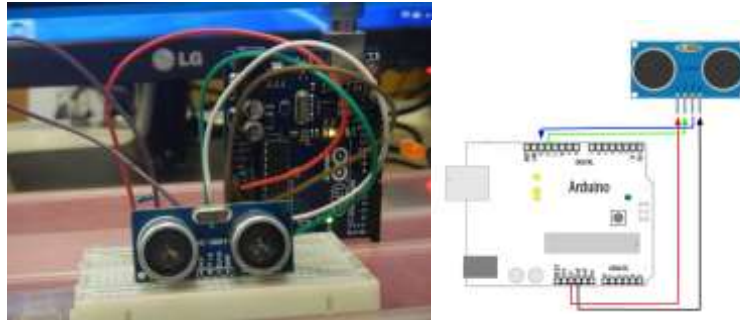


Ilustración 14 - Diagrama de conexión

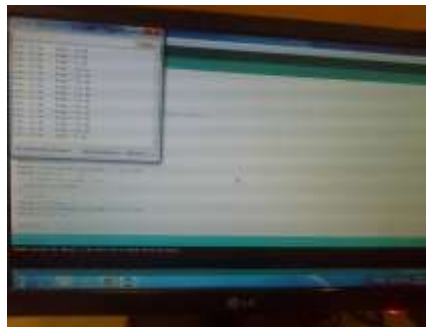


Ilustración 15 - Pruebas del sensor



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



```
int Trig_pin, Echo_pin;

void setup() {
  //Se inicializa comunicación serial
  Serial.begin(9600);
  Ultrasonido(2,3); //Trigger = pin 2 | ECHO = pin 3
}

void loop()
{
  unsigned long cm;
  cm = microsecondsToCentimeters(duracion());
  Serial.print(cm);
  Serial.print("cm");
  Serial.println();
  delay(1000);
}

void Ultrasonido(int TP, int EP)
{
  pinMode(TP,OUTPUT);
  pinMode(EP,INPUT);
  Trig_pin=TP;
  Echo_pin=EP;
}

unsigned long duracion(void)
{
  digitalWrite(Trig_pin, LOW); delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(Trig_pin, HIGH); delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(Trig_pin, LOW);
  return pulseIn(Echo_pin,HIGH);
}

unsigned long microsecondsToCentimeters(unsigned long microseconds)
{
  return microseconds * 0.017; //Distancia = 340m/s * 10^2cm/m * 1s/10^6us * tiempous
}
```

Ilustración 16 - Código instalado



Resultados:

Distancias		Temperatura ambiente (C°)	Detalles
Real (cm)	Ultrasonido(cm)		
181	176	25,9	La medida de ultrasonido variaba de 177 a 178 cm
190	183	26,1	De frente
190	184,5	26,3	15° a la derecha
190	185,5	26,1	20° a la derecha
196,5	189,5	26,35	La medida de ultrasonido variaba de 189 a 190 cm
199,5	192	26,3	

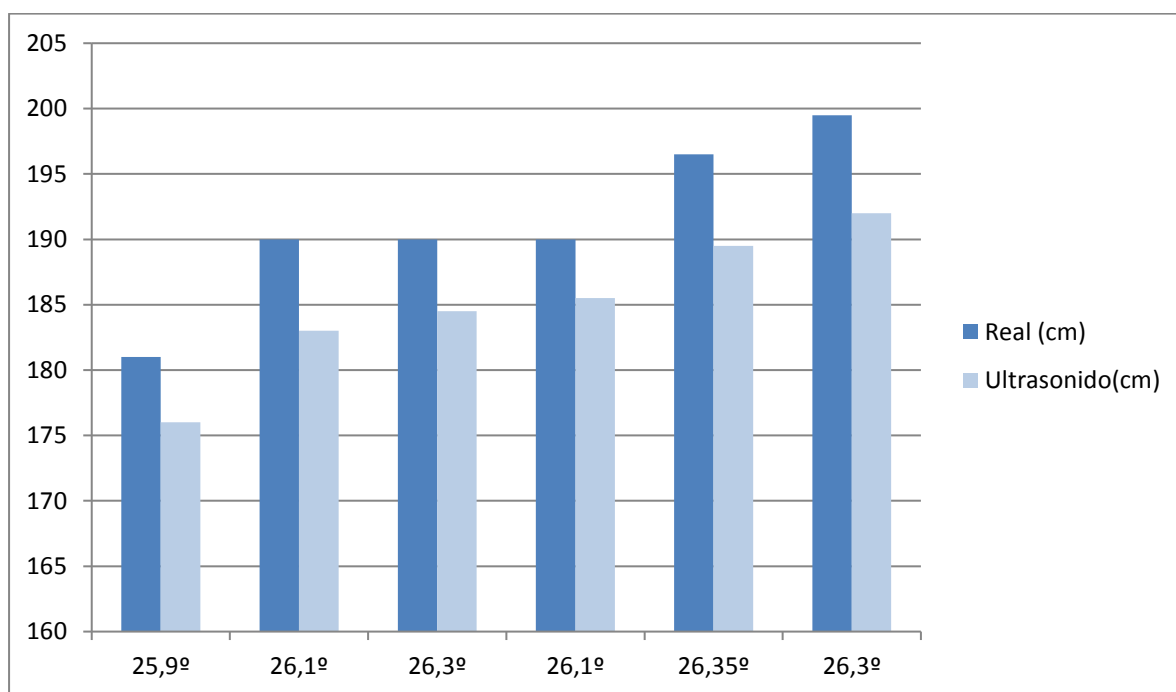


Ilustración 17 - Gráfico representativo



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Conclusiones

- El ultrasonido en funcionamiento consumía alrededor de 5.45mA.
- Pudimos ver que el ángulo de detección sobrepasaba los 30°.
- El ángulo que se forma entre el sensor de ultrasonido y el obstáculo u objeto puede hacer que el objeto sea indetectable para este sensor de presencia o de distancia.
- Es más difícil la detección mientras más alejados del centro esté.
- Se colocó ropa delante del sensor, y este lo detectó.
- Vin del Arduino se utilizó como salida digital, al parecer puede ser un pin de entrada como salida.

La medición se ve afectada por la temperatura ambiente, mostrando una tendencia diminutiva, como era esperado. A mayor temperatura la velocidad del sonido aumenta, por lo que los cálculos de distancias, que involucran esa velocidad como variable principal, tienen un margen de error de 3,17%.

En distancias cortas, el error no significaría una falla importante, aunque acumulativamente podría traer desventajas a la hora de tener una lectura precisa del ambiente.

Pruebas de fuerza de motores de corriente continua de 5v

Al momento decir cuál sería el tren motor del robot se comenzó a pensar en motores de corriente continua con control de velocidad a través de PWM. Se realizaron pruebas para ver qué capacidad de carga tenían. Para ello se utilizó:

- Arduino UNO
- Batería de luz de emergencia, 6v 4.0Ah
- Motores de corriente continua de 5V con caja reductora 1:120



Ilustración 18 - Prueba de fuerza



Ilustración 19 - Motor DC con reductor

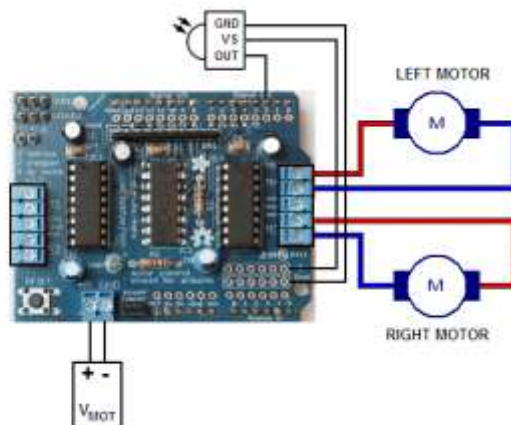


Ilustración 20 - Diagrama de conexión al shield

```
#include <AFMotor.h>

AF_DCMotor motor(2, MOTOR12_64KHZ);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  motor.setSpeed(200);
}

void loop() {
  Serial.print("Avanza");
  motor.run(FORWARD);
}
```

Ilustración 21 - Código Instalado

Resultados

En cada prueba se iba añadiendo a través de pesas conocidos mayor carga al robot.

Recorrido de 2m	
Peso (gramos)	Tiempo (s.)
580	9
780	13
980	19
1180	29
1380	56

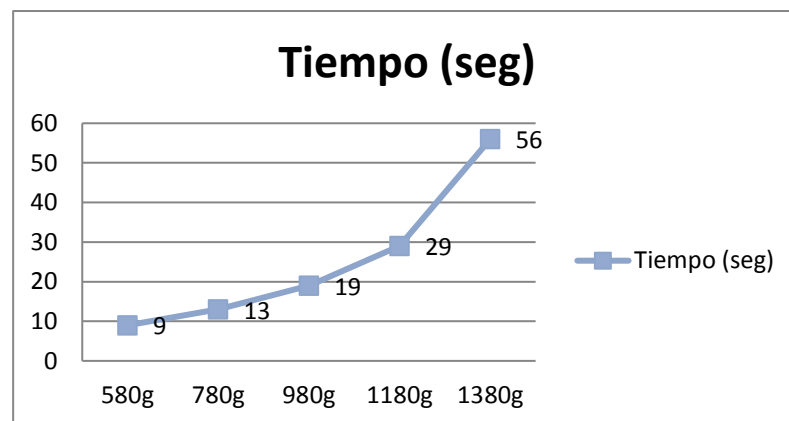


Ilustración 22 - Gráfico representativo

Conclusiones

El robot es capaz de moverse fluidamente hasta los 1180g de peso total, más allá de ese peso, el movimiento se vuelve tosco y tiende a frenarse o descontrolarse. El tiempo que demora en recorrer 2m (unidad utilizada por el espacio disponible) es de 29 segundos, volviéndolo bastante rápido y con una capacidad de carga más que aceptable.

El consumo total del robot es de 600ma, dando una autonomía más que suficiente, aunque este número variara una vez implementados todos los sistemas.

Como problema surge un desfase de velocidad entre los motores, haciendo que el modelo tienda a ir a la derecha, esperamos compensarlo con la lectura de los sensores.

Prototipos

SILBIA v0.5

A la plataforma utilizada para realizar las pruebas de fuerza se le añaden, cuatro sensores de ultrasonido, uno frontal, uno a cada lado y uno trasero (en caso de necesitar retroceder). Los sensores colocados a los lados serán los encargados de mantener el robot paralelo a la pared, el frontal será el encargado de detectar cuando hay un obstáculo en el frente.

Planos

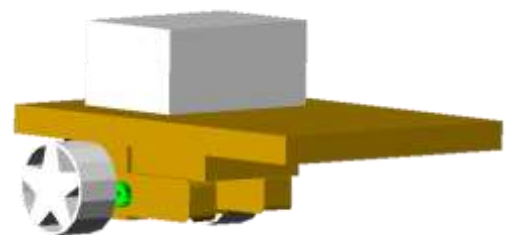
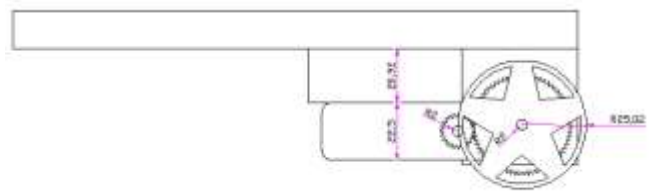
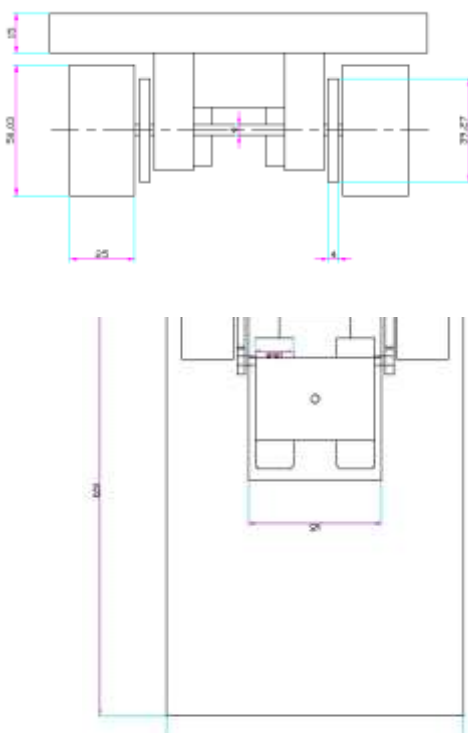


Ilustración 23 - Planos prototipo de prueba

Diagrama electrónico

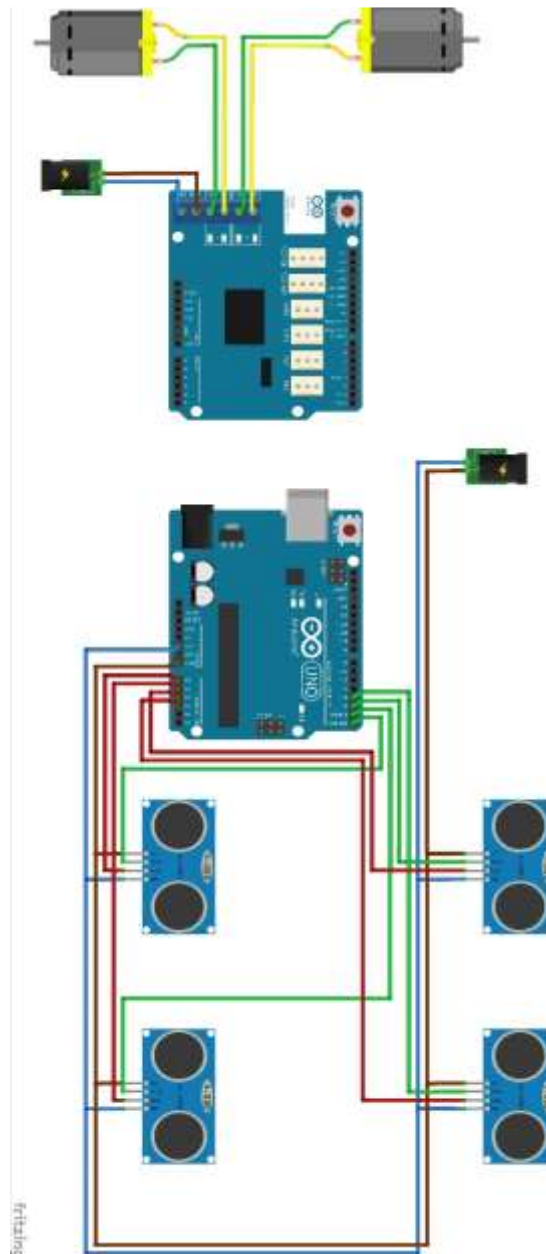


Ilustración 24 - Diagrama de conexiones



Código instalado

```
#include <AFMotor.h>
#include <Ultrasonic.h>

Ultrasonic IzqF(13,A0,2900);
int distIzqF;
Ultrasonic Tras(13,A3,2900);
int distTras;

Ultrasonic LatD(13,A1,2900);
int distLatD;
Ultrasonic LatI(13,A2,2900);
int distLatI;

int tolerancia = 2;
int distRef = 20;
int lect1 = 0;
int lect2 = 0;

AF_DCMotor mDer(3);
AF_DCMotor mIzq(4);
int velmDer = 255;
int velmIzq = 235;

int reducirVel(int vel) {
    int porcentajeVel = 50;
    return (vel*porcentajeVel/100)
}

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    mDer.setSpeed(velmDer);
    mDer.run(RELEASE);
    mIzq.setSpeed(velmIzq);
    mIzq.run(RELEASE);
}

void loop() {
    distIzqF = IzqF.Ranging(CM);
    distTras = Tras.Ranging(CM);
    distLatD = LatD.Ranging(CM);
    distLatI = LatI.Ranging(CM);
    Serial.println(distIzqF);

    mDer.run(FORWARD);
    mIzq.run(FORWARD);

    if(distIzqF > (distRef+tolerancia)) {
        mIzq.setSpeed(reducirVel(velmIzq));
    }
    if(distIzqF < (distRef-tolerancia)) {
        mDer.setSpeed(reducirVel(velmDer));
    }
    if((distIzqF<(distRef+tolerancia)) && (distIzqF>(distRef-tolerancia))) {
        mDer.setSpeed(velmDer);
        mIzq.setSpeed(velmIzq);
    }

    if(distLatD > distLatI) {
        if(x < 2) {
            x = x + 1;
            if(x = 1) {
                lect1 = distLatI;
            } else {
                lect2 = distLatI
            }
        } else {
            x = 0;
            if(lect1 > lect2) {
                mIzq.setSpeed(reducirVel(velmIzq));
            } else {
                mDer.setSpeed(reducirVel(velmDer));
            }
        } else {
            if(x < 2) {
                x = x + 1;
                if(x = 1) {
                    lect1 = distLatI;
                } else {
                    lect2 = distLatI;
                }
            } else {
                x = 0;
                if(lect1 > lect2) {
                    mDer.setSpeed(reducirVel(velmDer));
                } else {
                    mIzq.setSpeed(reducirVel(velmIzq));
                }
            }
        }
    }
}
```

Ilustración 25 - Código instalado

Pruebas

El principal problema detectado en las pruebas de los motores de corriente continua fue la diferencia de velocidad entre los mismos, lo que genera movimiento hacia uno de los lados. Para averiguar cuan marcado es el problema se mide la distancia a la pared, se espera y se toma una segunda medición, de esta manera, somos capaces de ver cuánto se separó de la referencia para poder corregir las velocidades.

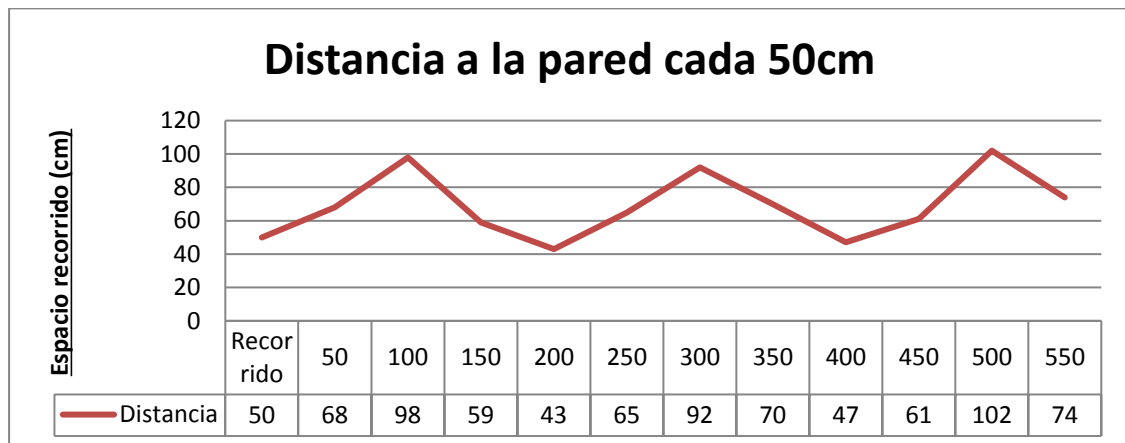


Ilustración 26 - Gráfico representativo

Como se puede observar en el gráfico, se tomaron mediciones cada 50 cm, y el tiempo que toma corregir el movimiento, hace que se generen muchas diagonales, y el movimiento se vuelva tosco.

La causa es el retraso que hay entre medición y medición: si quisiéramos evitar esto, el robot debería frenar cada vez que necesite corregir su movimiento.

Conclusiones

El prototipo es descartado por las siguientes causas:

- Al no poder mantenerse paralelo a la pared de la que se encuentre más cerca, la velocidad en línea recta decae mucho.
- A distancias más alejadas de la pared, el movimiento es todavía más acentuado, haciendo que en zonas centrales falle por completo.

SILBIA v0.6

En función de las pruebas anteriores decidimos agregar un sensor más a cada lado, de esta manera tendremos dos medidas, una delantera y otra trasera, permitiendo conocer exactamente si el robot este paralelo, pudiendo hacer correcciones, de ser necesario.

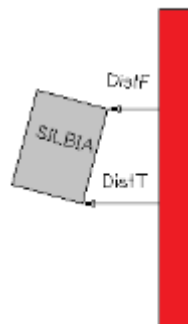


Ilustración 27 - Representación de toma de medidas

Planos

Se seguirá usando la plataforma de SILBIA v0.5 ya que para estas pruebas es más que suficiente, se añade con pegamento el sensor HC-SR04 en la parte de atrás del robot.

Diagrama electrónico

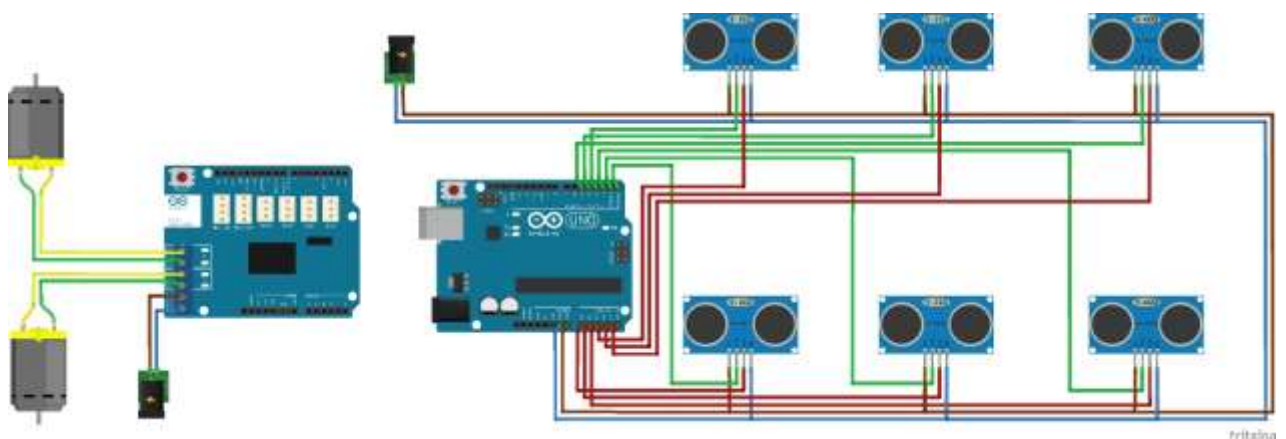


Ilustración 28 - Diagrama electrónico



Código instalado

```
#include <AFMotor.h>
#include <Ultrasonic.h>

Ultrasonic IzqF(13,A0,2900);
int distIzqF;
Ultrasonic Tras(13,A3,2900);
int distTras;

Ultrasonic LatD(13,A1,2900);
int distLatD;
Ultrasonic LatDF(13,A4,2900);
int distLatDF;
Ultrasonic LatI(13,A2,2900);
int distLatI;
Ultrasonic LatIF(13,A5,2900);
int distLatIF;

int tolerancia = 2;
int distRef = 20;

AF_DCMotor mDer(3);
AF_DCMotor mIzq(4);
int velmDer = 255;
int velmIzq = 235;

int reducirVel(int vel) {
    int porcentajeVel = 50;
    return (vel*porcentajeVel/100);
}

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    mDer.setSpeed(velmDer);
    mDer.run(RELEASE);
    mIzq.setSpeed(velmIzq);
    mIzq.run(RELEASE);
}

void loop() {
    distIzqF = IzqF.Ranging(CM);
    distTras = Tras.Ranging(CM);
    distLatDF = LatDF.Ranging(CM);
    distLatDT = LatDT.Ranging(CM);
    distLatIF = LatIF.Ranging(CM);
    distLatIT = LatIT.Ranging(CM);
    Serial.println(distIzqF);

    mDer.run(FORWARD);
    mIzq.run(FORWARD);

    if(distIzqF > (distRef+tolerancia)) {
        mIzq.setSpeed(reducirVel(velmIzq));
    }
    if(distIzqF < (distRef-tolerancia)) {
        mDer.setSpeed(reducirVel(velmDer));
    }
    if((distIzqF < (distRef+tolerancia)) && (distIzqF > (distRef-tolerancia))) {
        mDer.setSpeed(velmDer);
        mIzq.setSpeed(velmIzq);
    }

    if(distLatDF > distLatIF) {
        if(distLatDF > distLatDT) {
            mIzq.setSpeed(reducirVel(velmIzq));
        } else {
            mDer.setSpeed(reducirVel(velmDer));
        }
    } else {
        if(distLatIF > distLatIT) {
            mDer.setSpeed(reducirVel(velmDer));
        } else {
            mIzq.setSpeed(reducirVel(velmIzq));
        }
    }
}
```

Ilustración 29 - Código instalado



Pruebas

Ante un contexto igual al anterior, se repiten las pruebas que se realizaron sobre el modelo v0.5, buscando tener una comparación exacta con el modelo anterior.

Bajo las mismas circunstancias y tomando los datos cada 50cm los resultados obtenidos son los siguientes:

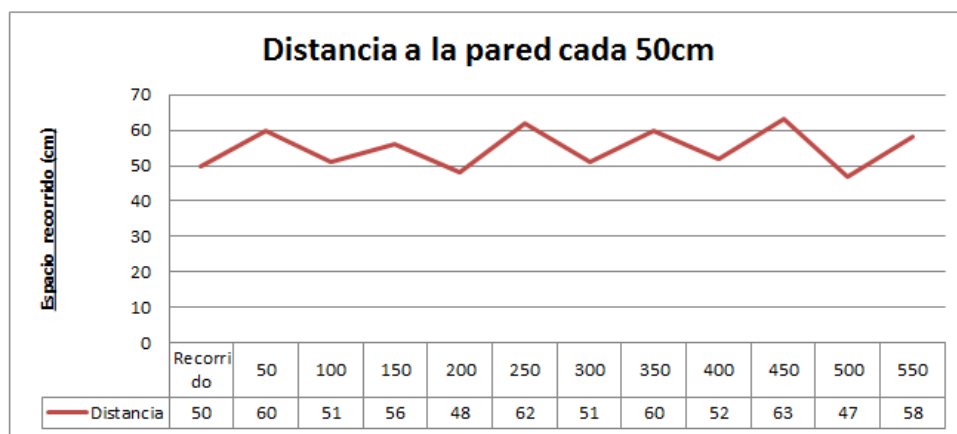


Ilustración 30 - Gráfico representativo

Los resultados muestran un gran cambio respecto al modelo anterior, la corrección se realiza en menor tiempo, haciendo que la diferencia entre muestra y muestra se note en menor espacio recorrido.

Conclusiones

Es evidente que los motores de corriente continua no son lo ideal para este proyecto, más allá de las mejoras obtenidas, estamos trabajando con motores industrializados reducidos, que se supone deberían ser muy parecidos entre ellos. Al momento de aumentar la escala del robot, y ante la necesidad de más fuerza, los motores empleados serán reciclados para abaratar costos, haciendo que el desfasaje sea todavía peor.

Se suma un nuevo problema, el ángulo en el que se encuentran los sensores y la cantidad que hay, hace que las señales se interfieran entre ellos.

Las pruebas fueron buenas, pero decidimos descartar el modelo y comenzar a realizar pruebas con motores paso a paso, donde podremos controlar de manera exacta cuanto queremos que se mueva y en qué dirección, además de permitirnos frenar el robot.

SILBIA v0.7

Al aplicar motores paso a paso la plataforma utilizada en los modelos anteriores se vuelve obsoleta. Por esta razón se diseña una nueva, que sea capaz de soportar las pruebas, al finalizar evaluaremos que cambios hacerle para que se convierta en la versión final a escala.

Planos

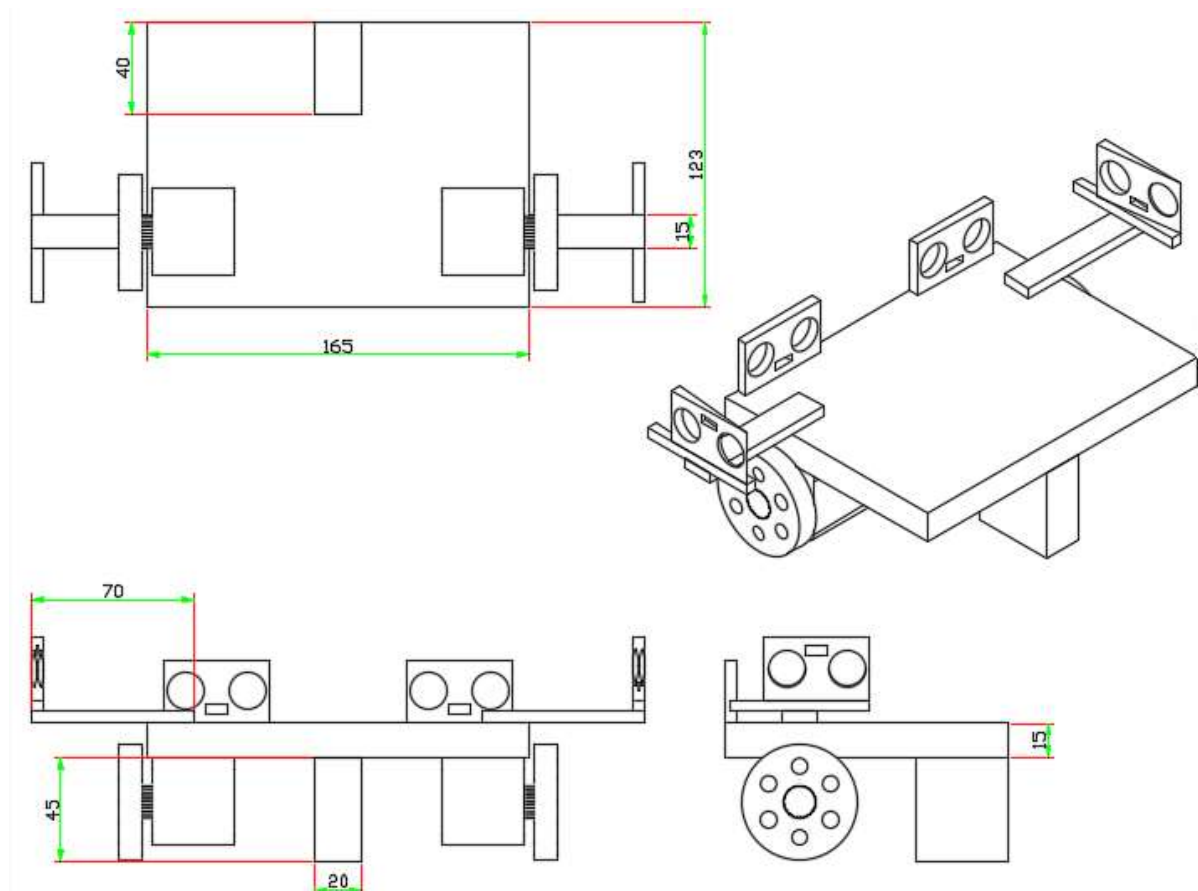


Ilustración 31 - Planos prototipo v0.7

Diagrama electrónico

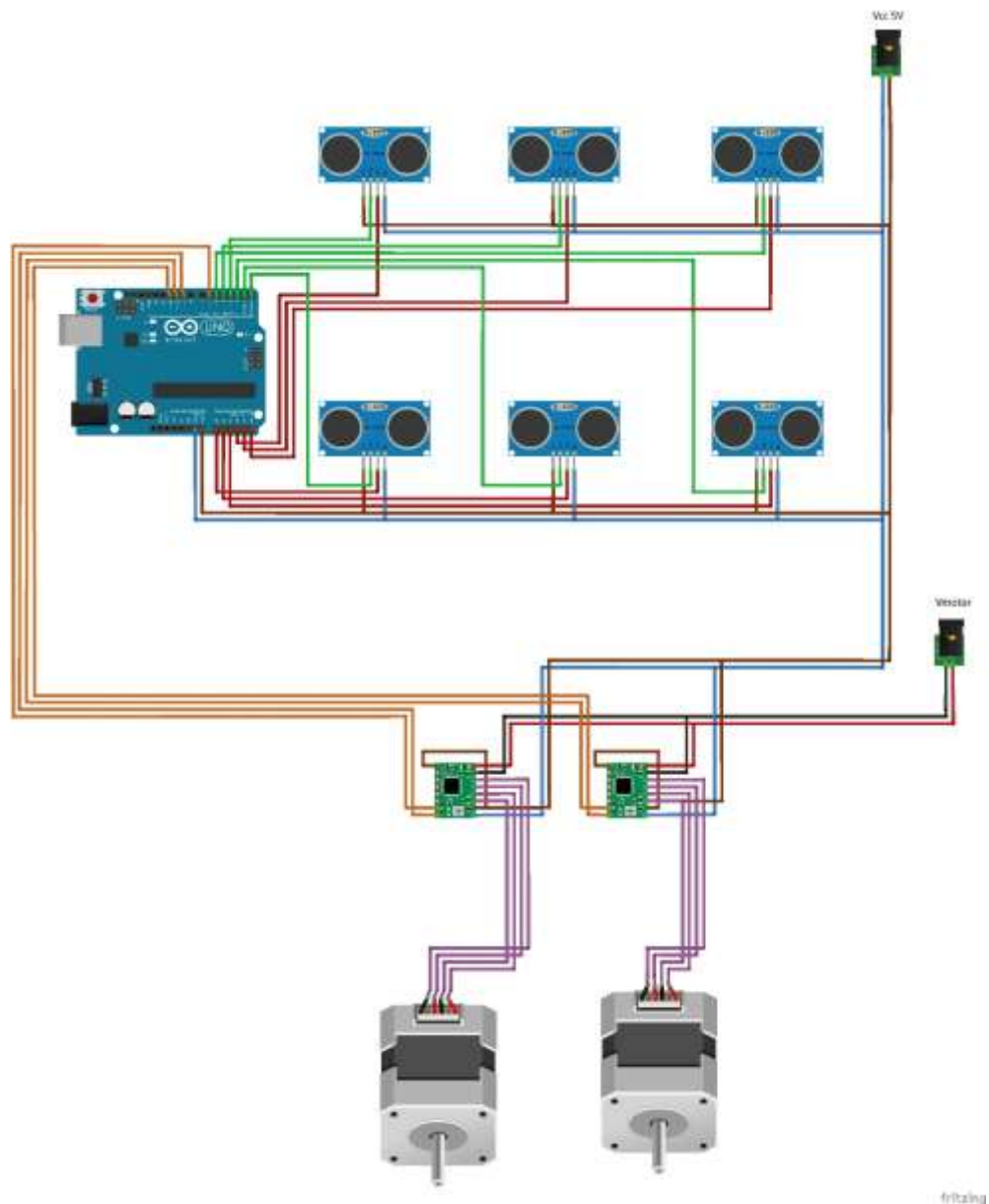


Ilustración 32 - Diagrama electrónico



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Código instalado

```
#include <Ultrasonic.h>

int vel = 750;

Ultrasonic IzqT(13,A0,2900);
int distIzqF;
Ultrasonic IzqF(13,A1,2900);
int distIzqT;
Ultrasonic DerF(13,A4,2900);
int distDerF;
Ultrasonic DerT(13,A5,2900);
int distDerT;
Ultrasonic FrontI(13,A3,2900);
int distFrontI;
Ultrasonic FrontD(13,A2,2900);
int distFrontD;

int papDer = 7;
int papDerReset = 6;
int papDerDir = 8;

int papIzq = 4;
int papIzqReset = 5;
int papIzqDir = 3;

int i,i2,i3,x;

void pap(int tipoMov) {
/* TIPO DE MOVIMIENTO
 * 0: Robot frenado, 1: Robot avanzando, 2: Giro a la derecha, 3: Giro a la izquierda
 * 4: Giro 180°, 5 Robot retrocediendo
 */
switch (tipoMov) {
case 0:
    digitalWrite(papDerReset, LOW);
    digitalWrite(papIzqReset, LOW);
    break;

case 1:
    digitalWrite(papDerReset, HIGH);
    digitalWrite(papIzqReset, HIGH);
    digitalWrite(papDerDir, true);
    digitalWrite(papIzqDir, true);
    digitalWrite(papDer, HIGH);
    digitalWrite(papIzq, HIGH);
    delayMicroseconds(vel);
    digitalWrite(papDer, LOW);
    digitalWrite(papIzq, LOW);
    delayMicroseconds(vel);
    break;
```



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



```
case 2:
    for(x = 0; x < 2; x++) {
        digitalWrite(papIzqReset, HIGH);
        digitalWrite(papIzqDir, true);
        digitalWrite(papIzq, HIGH);
        delayMicroseconds(vel);
        digitalWrite(papIzq, LOW);
        delayMicroseconds(vel);
    }
    digitalWrite(papDerReset, HIGH);
    digitalWrite(papDerDir, true);
    digitalWrite(papDer, HIGH);
    delayMicroseconds(vel);
    digitalWrite(papDer, LOW);
    delayMicroseconds(vel);
    digitalWrite(papDerReset, LOW);
    break;

case 3:
    for(x = 0; x < 2; x++) {
        digitalWrite(papDerReset, HIGH);
        digitalWrite(papDerDir, true);
        digitalWrite(papDer, HIGH);
        delayMicroseconds(vel);
        digitalWrite(papDer, LOW);
        delayMicroseconds(vel);
        digitalWrite(papDerReset, LOW);
    }
    digitalWrite(papIzqReset, HIGH);
    digitalWrite(papIzqDir, true);
    digitalWrite(papIzq, HIGH);
    delayMicroseconds(vel);
    digitalWrite(papIzq, LOW);
    delayMicroseconds(vel);
    break;

case 4:
    for(x = 0; x < 390; x++) {
        digitalWrite(papDerReset, HIGH);
        digitalWrite(papIzqReset, HIGH);
        digitalWrite(papDerDir, true);
        digitalWrite(papIzqDir, false);
        digitalWrite(papDer, HIGH);
        digitalWrite(papIzq, HIGH);
        digitalWrite(papIzq, HIGH);
        delayMicroseconds(vel);
        digitalWrite(papDer, LOW);
        digitalWrite(papIzq, LOW);
        delayMicroseconds(vel);
    }
    break;

case 5:
    digitalWrite(papDerReset, HIGH);
    digitalWrite(papIzqReset, HIGH);
    digitalWrite(papDerDir, false);
    digitalWrite(papIzqDir, false);
    digitalWrite(papDer, HIGH);
    digitalWrite(papIzq, HIGH);
    delayMicroseconds(vel);
    digitalWrite(papDer, LOW);
    digitalWrite(papIzq, LOW);
    delayMicroseconds(vel);
    break;

default:
    break;
}
```



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



```
int valorMenor(int val1,int val2) {  
    if(val1 <= val2) {  
        return(val1);  
    }  
    else {  
        return(val2);  
    }  
}  
  
void setup() {  
    pinMode(papDer,OUTPUT);  
    pinMode(papIzq,OUTPUT);  
    pinMode(papDerDir,OUTPUT);  
    pinMode(papIzqDir,OUTPUT);  
    pinMode(papDerReset, OUTPUT);  
    pinMode(papIzqReset, OUTPUT);  
    Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
    Serial.println(valorMenor(FrontD.Ranging(CM),FrontI.Ranging(CM)));  
    if(valorMenor(FrontD.Ranging(CM),FrontI.Ranging(CM)) > 20) {  
        pap(1);  
    }  
    else {  
        pap(0);  
    }  
}
```

Ilustración 33 - Código instalado

Posiciones de sensores probadas

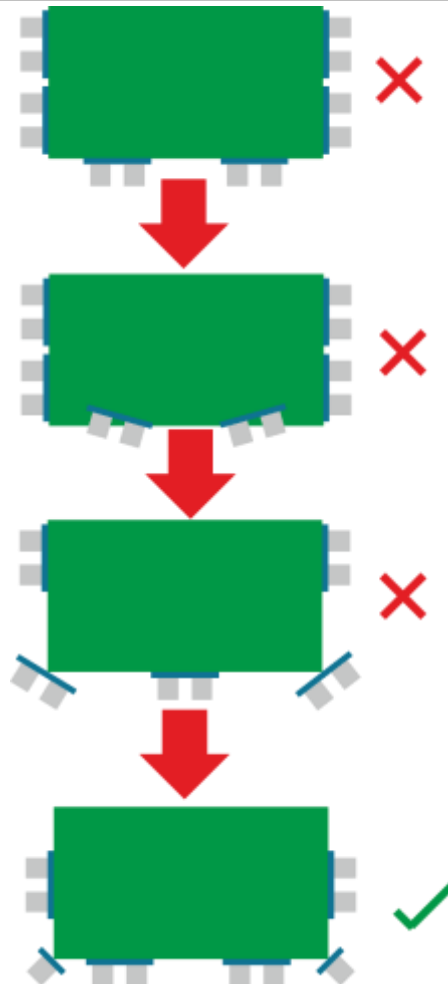


Ilustración 34 - Representación de la distribución de los sensores

Como se observa en el diagrama anterior, se colocan 6 sensores HC-SR04:

- Uno en cada lateral, encargados de medir la distancia a la pared más cercana, para conocer si el robot se encuentra del lado derecho o izquierdo de una habitación.
- Uno en cada vértice delantero, a 45° y de manera vertical (para evitar interferencias con los demás sensores), encargados del giro a 90° cuando sea necesario
- Dos frontales (para ampliar ángulo de visión), encargados de reconocer obstáculos y paredes.

Pruebas

Ante un contexto igual al anterior, se repiten las pruebas que se realizaron sobre el modelo v0.6, buscando tener una comparación exacta con el modelo anterior.

Bajo las mismas circunstancias y tomando los datos cada 50cm los resultados obtenidos son los siguientes:

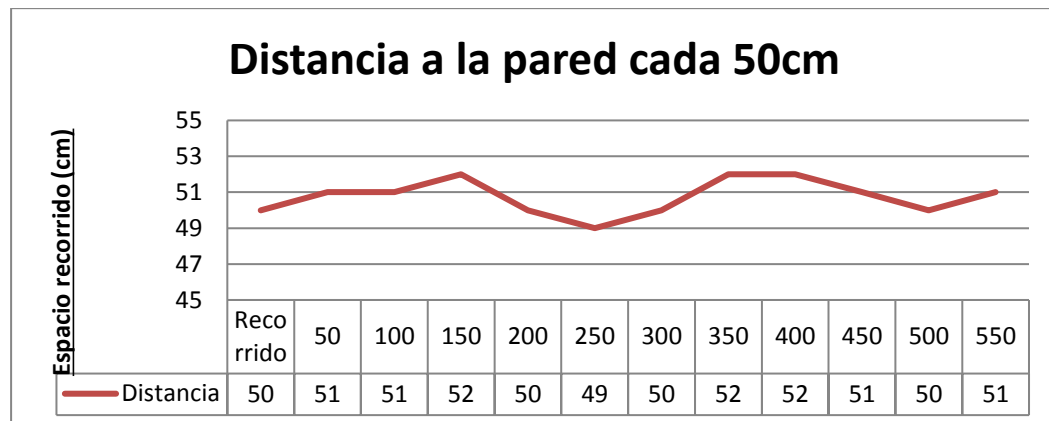


Ilustración 35 - Gráfico representativo

Conclusiones

Los resultados obtenidos son muy alentadores, como se observa en el gráfico la desviación es mínima, y la corrección de velocidad es suficiente rápida para que no se note un movimiento tosco.

- El consumo de batería aumenta respecto al modelo con motores de corriente continua, la autonomía total es de 70 minutos. Es un valor que se encuentra dentro de lo esperado.
- La lectura de los sensores (el proceso) retrasa la secuencia de paso de los motores, generando mucha vibración.
- La temperatura de los motores luego de funcionar 60 minutos, es de 54°.

El prototipo será adaptado para convertirse en la versión final a escala de SILBIA, los resultados son correctos, la fuerza de los motores es suficiente y la velocidad cumple con las expectativas.

SILBIA v0.8 y v0.9

Aplicando lo aprendido en los modelos anteriores se construirá la versión final a escala de SILBIA, para ello utilizaremos:

- 6 sensores HC-SR04 (siguiendo la distribución del modelo anterior)



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



- 2 motores paso a paso 3.5v - 1.2A - 1. 8°
- 1 Arduino UNO, encargado de la lectura de los sensores y toma de decisiones
- 1 Arduino UNO, encargado del movimiento de los motores, en función de las órdenes del otro Arduino
- Placa de comunicación, con una interfaz de LEDs para ver de manera gráfica el proceso de comunicación entre Arduinos.
- Interfaz de motores con dos drivers Pololu A4988 (uno por motor)
- Batería de luz de emergencia de 6V – 4.0Ah
- Piezas (monturas de sensores, ruedas, soportes, etc.) impresas en 3D

Presupuesto

Los precios están actualizados a marzo de 2015, todos los elementos fueron comprados en Mercado Libre, muchas de las partes fueron recicladas.

Presupuesto SILBIA			
Componente	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total
Arduino Uno Rev 3	2	\$ 260,00	\$ 520,00
Sensor HC-SR04	6	\$ 60,00	\$ 360,00
Driver A4988	2	\$ 79,00	\$ 158,00
Motor paso a paso	2	\$ 290,00	\$ 580,00
Componentes electrónicos varios	-	\$ 235,00	\$ 235,00
Madera	-	\$ 30,00	\$ 30,00
Manguera ruedas	0,06	\$ 500,00	\$ 30,00
Insumos Impresora 3D	-	\$ 25,00	\$ 25,00
TOTAL:			\$ 1.938,00

Estructura

Sera construida en Fibrofácil de 5mm y ensamblada con pegamento.

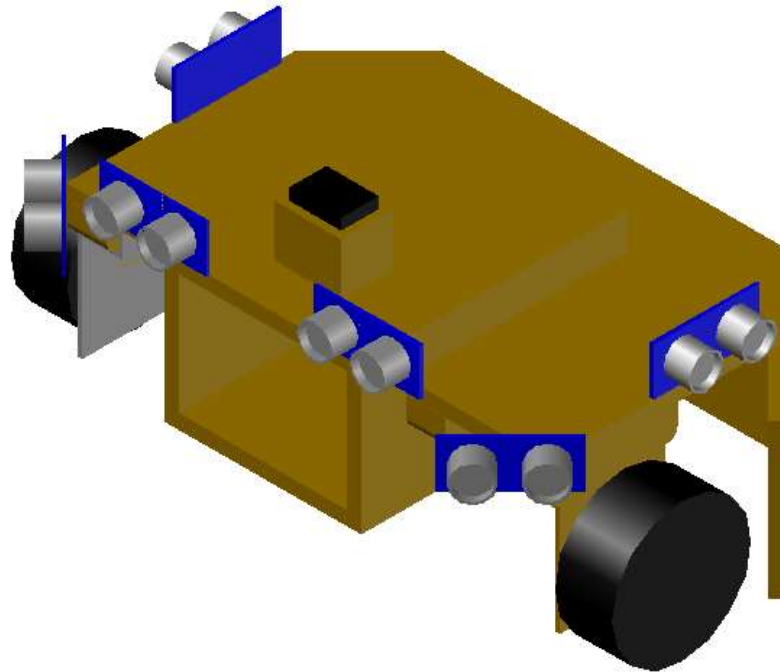
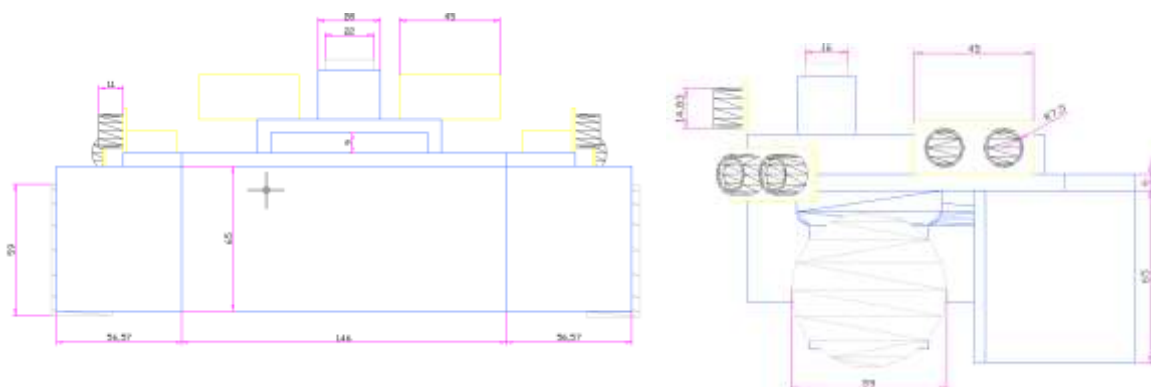


Ilustración 36 - Boceto prototipo v0.9



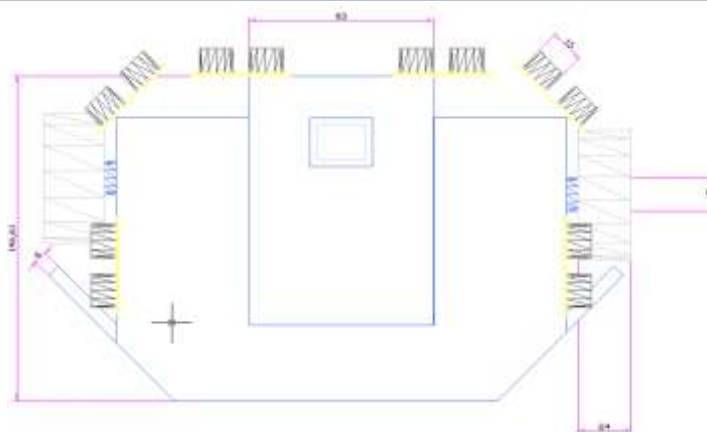


Ilustración 37 - Planos prototipo v0.9

Ruedas

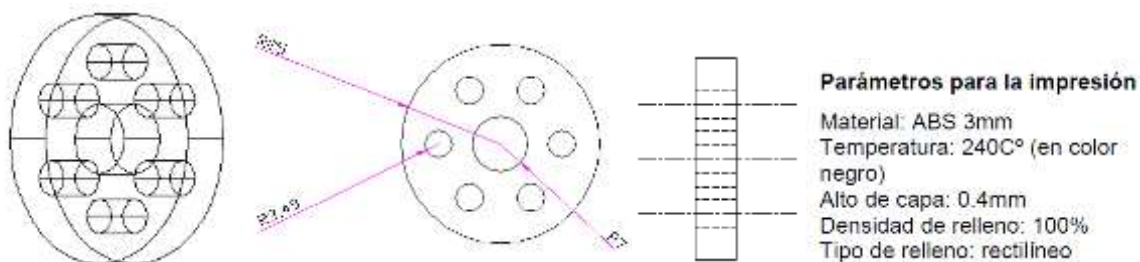


Ilustración 38 - Plano ruedas

Monturas de sensores laterales

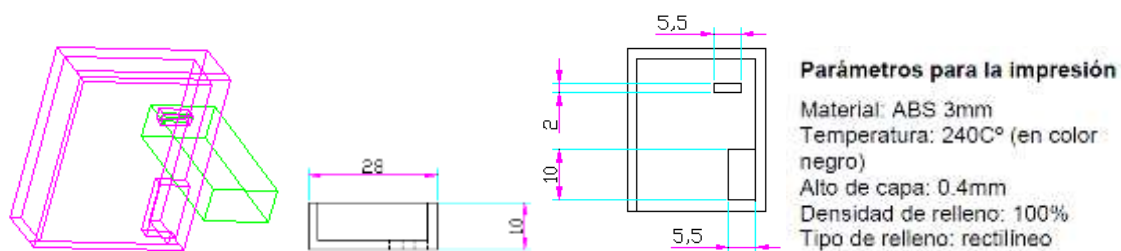


Ilustración 39 - Plano soporte sensores laterales

Monturas de sensores frontales

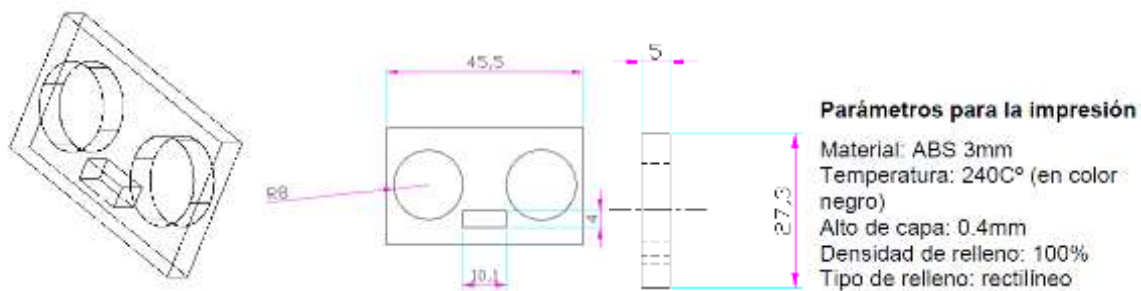


Ilustración 40 - Planos montura sensores frontales

Electrónica

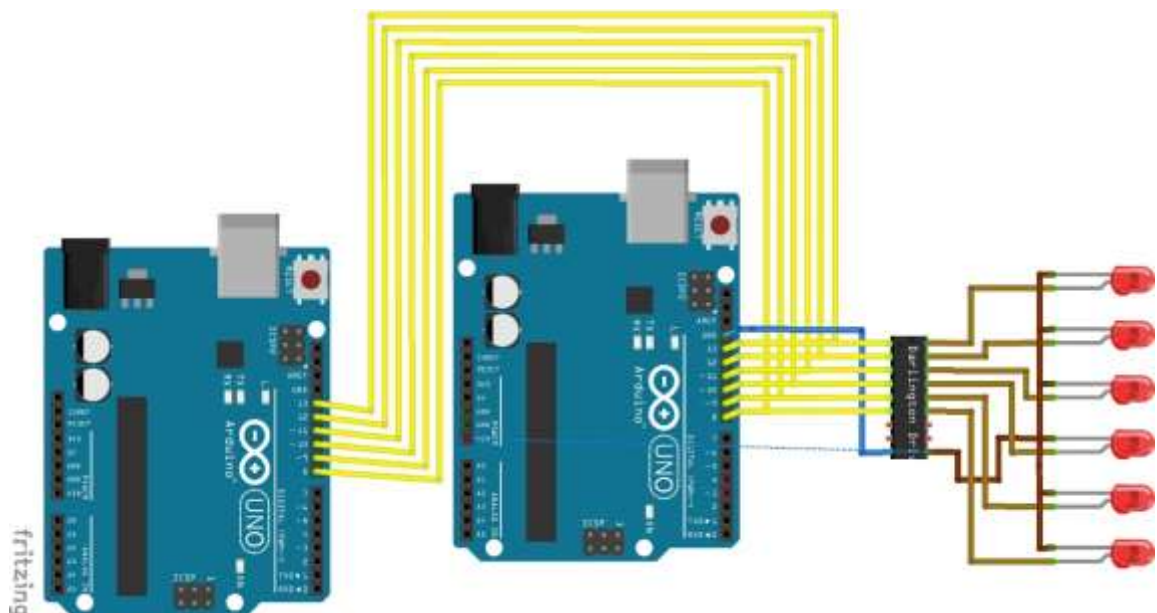


Ilustración 41 - Diagrama comunicación v0.9

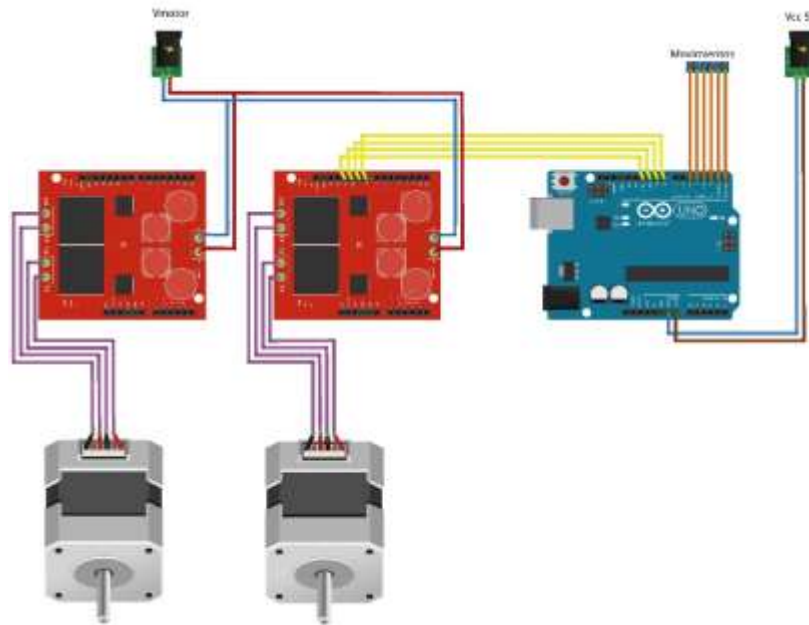


Ilustración 42 - Diagrama de motores v0.9

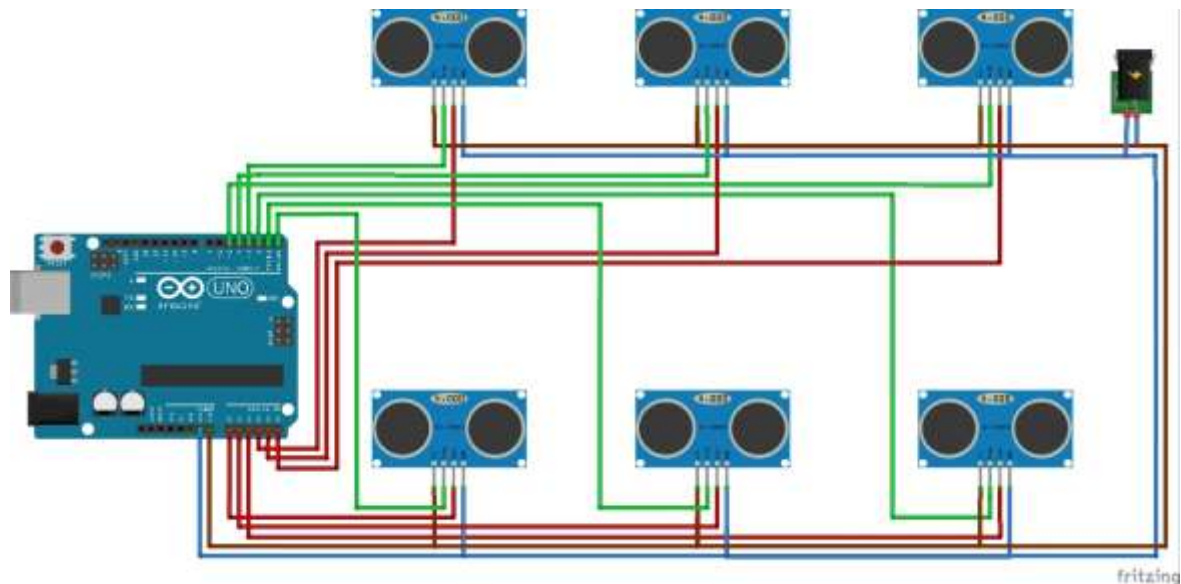


Ilustración 43 - Diagrama de sensores v0.9

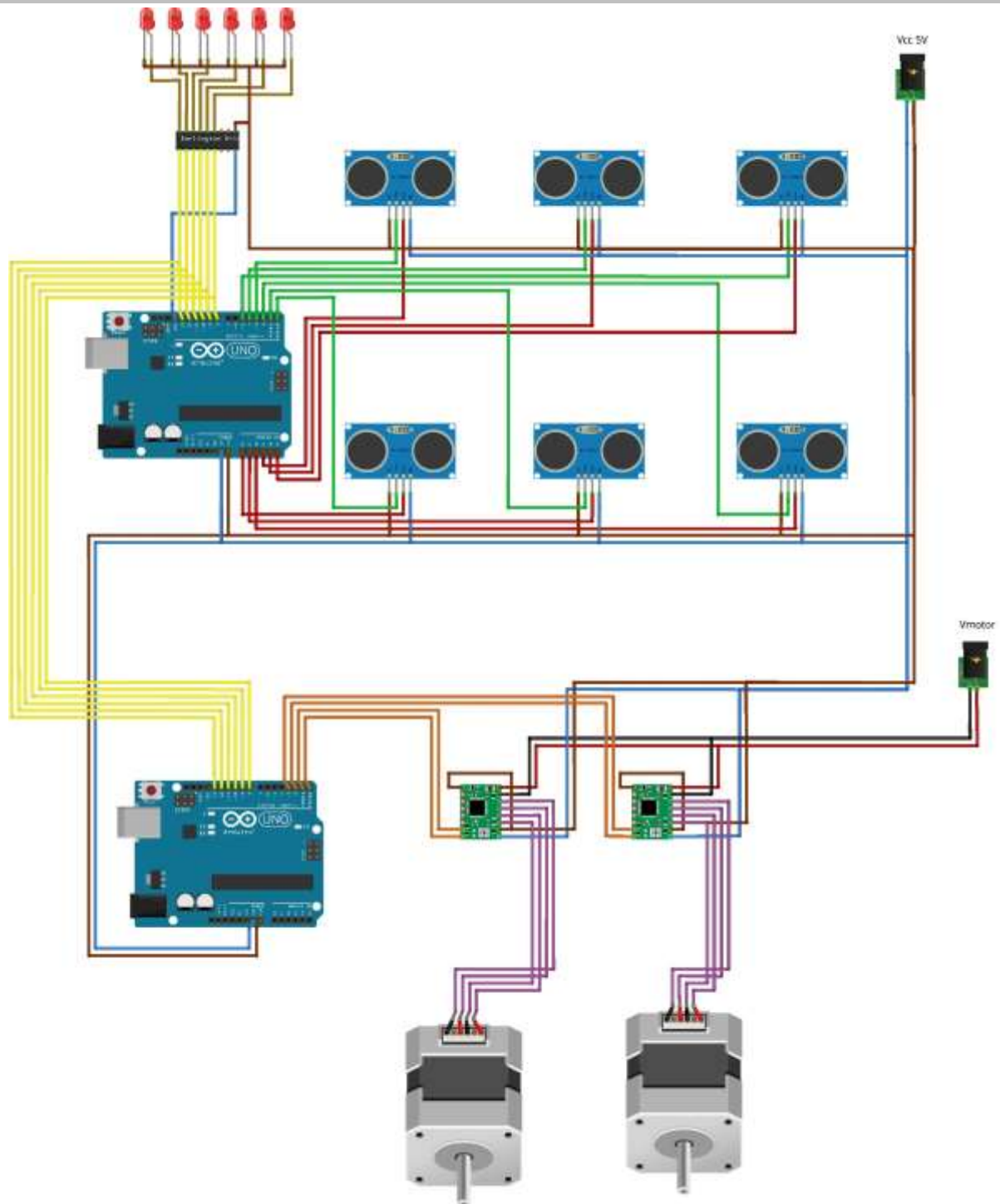


Ilustración 44 - Diagrama electrónico completo v0.9



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Código instalado

```
#include <Ultrasonic.h>
//Distancia mínima a la que se encontrara el robot de un obstaculo a los laterales
#define DISTMIN 30
//Distancia mínima a la que se encontrara el robot de un obstaculo frontalmente
#define DISTMINF 25
#define DISTMINLF 8
boolean paredIni = 0;
boolean controlPared = 0;

//Contador utilizado para conseguir el giro de 180°
int x,q;
//Contador utilizado para contar la cantidad de veces que se ejecuto el ciclo loop
int contLoop;

//Definición de los pines para manejar los sensores HC-SR04,
//en orden de definición: TRIG, ECHO, TIMEOUT(distancia máxima a sensar*58)
Ultrasonic Izq(13,A0,23200);
int distIzq;
Ultrasonic DiagD(13,A1,23200);
int distDiagD;
Ultrasonic FrontI(13,A2,23200);
int distFrontI;
Ultrasonic Der(13,A3,23200);
int distDer;
Ultrasonic DiagI(13,A4,23200);
int distDiagI;
Ultrasonic FrontD(13,A5,23200);
int distFrontD;
int distFront;

//Función utilizada para encontrar el valor menor entres dos números
int valorMenor(int val1,int val2) {
    if(val1 <= val2) {
        return(val1);
    }
    else {
        return(val2);
    }
}

//Función para cotejar distancias en un intervalo
boolean intervalo(int dist,int valorMenor,int valorMayor) {
    if((dist > valorMenor) && (dist < valorMayor)){
        return true;
    }
    else {
        return false;
    }
}
```



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



```
void setup()
{
    pinMode(2,OUTPUT);
    pinMode(3,OUTPUT);
    pinMode(4,OUTPUT);
    pinMode(5,OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    //Control para realizar muestreo de sensores
    distDer = Der.Ranging(CM);
    delay(50);
    distIzq = Izq.Ranging(CM);
    delay(50);
    distFrontI = FrontI.Ranging(CM);
    delay(50);
    distFrontD = FrontD.Ranging(CM);
    delay(50);
    distDiagD = DiagD.Ranging(CM);
    delay(50);
    distDiagI = DiagI.Ranging(CM);
    delay(50);

    distFront = valorMenor(distFrontI,distFrontD);
    mostrarDistancias();

    //Al encender el robot por primera vez, setea la pared en la que comenzó,
    //controlando las distancias a las paredes. Para resetear el seteo hay que
    //reiniciar el robot

    if(distDer < distIzq) {!paredIni;} else {paredIni;}

    if(distFront > DISTMINF) {
        digitalWrite(4,LOW);
        digitalWrite(5,LOW);
        if(distDiagD < DISTMIN) {
            digitalWrite(5,LOW);
            digitalWrite(4,HIGH);
        }
        if(distDiagI < DISTMIN) {
            digitalWrite(5,HIGH);
            digitalWrite(4,LOW);
        }
    }

    //Ubica el robot del lado derecho
    if(!paredIni) {
        //Si la distancia a la pared es menor, se acerca.
        if((distDer) < DISTMIN) {
            digitalWrite(2,HIGH);
            digitalWrite(3,LOW);
        }
        //Se aleja de la pared
        else {
            digitalWrite(3,HIGH);
            digitalWrite(2,LOW);
        }
    } else {
```



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



```
//Ubica el robot del lado izquierdo
if(paredIni) {
    //Si la distancia a la pared es menor, se acerca.
    if((distIzq) > DISTMIN) {
        digitalWrite(2,HIGH);
        digitalWrite(3,LOW);
    }
    //Se aleja de la pared
    else {
        digitalWrite(3,HIGH);
        digitalWrite(2,LOW);
    }
}
} else {
    digitalWrite(3,LOW);
    digitalWrite(2,LOW);
    if (distDer < distIzq){
        digitalWrite(4,HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(5,HIGH);
    }
}
}

void mostrarDistancias() {
    Serial.print("Derecha: ");
    Serial.print(distDer);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("Izquierda: ");
    Serial.print(distIzq);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("Frontal Derecho: ");
    Serial.print(distDiagD);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("Frontal: ");
    Serial.print(distFront);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("Frontal Izquierdo: ");
    Serial.println(distDiagI);
}
```



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



```
#include <AccelStepper.h>

//Definición de pines para manejar los PAPs, en orden
//de definición: STEPS,RESET,DIRECCIÓN; motor derecho, motor izquierdo
int papDer = 4;
int papDerReset = 5;
int papDerDir = 2;
int paptip;
int papIzq = 7;
int papIzqReset = 8;
int papIzqDir = 6;

//Definición de los pines para manejar los PAPs, en orden de defición
//tipo de control(1 driver, 2 puente h, etc), STEP y DIRECTION
AccelStepper der(1, papDer, papDerDir);
AccelStepper izq(1, papIzq, papIzqDir);
void setup()
{
    //Activar la lectura de puestos del driver A4988
    pinMode(papIzqReset,OUTPUT);
    pinMode(papDerReset,OUTPUT);
    pinMode(A0,INPUT);
    pinMode(A1,INPUT);
    pinMode(A2,INPUT);
    pinMode(A3,INPUT);
    der.setMaxSpeed(200);
    izq.setMaxSpeed(200);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    botGiroDerecho(digitalRead(A0));
    botGiroIzquierdo(digitalRead(A1));
    botGiroEjeIzq(digitalRead(A2));
    botGiroEjeDer(digitalRead(A3));
    //mostrarDistancias();
}

void botParado(boolean pin) {
    if(pin) {
        der.stop();
        izq.stop();
    }
}
```



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



```
void botAvanza(boolean pin) {  
  if(pin) {  
    digitalWrite(papDerReset, HIGH);  
    digitalWrite(papIzqReset, HIGH);  
    der.setSpeed(200);  
    izq.setSpeed(200);  
    der.runSpeed();  
    izq.runSpeed();  
  }  
}  
  
void botGiroDerecho(boolean pin) {  
  if(pin) {  
    digitalWrite(papDerReset, HIGH);  
    digitalWrite(papIzqReset, HIGH);  
    der.setSpeed(200);  
    izq.setSpeed(150);  
    der.runSpeed();  
    izq.runSpeed();  
  }  
}  
  
void botGiroIzquierdo(boolean pin) {  
  if(pin) {  
    digitalWrite(papDerReset, HIGH);  
    digitalWrite(papIzqReset, HIGH);  
    der.setSpeed(150);  
    izq.setSpeed(200);  
    der.runSpeed();  
    izq.runSpeed();  
  }  
}  
  
void botGiroEjeDer(boolean pin) {  
  if(pin) {  
    digitalWrite(papDerReset, HIGH);  
    digitalWrite(papIzqReset, HIGH);  
    der.setSpeed(-200);  
    izq.setSpeed(200);  
    der.runSpeed();  
    izq.runSpeed();  
  }  
}  
  
void botGiroEjeIzq(boolean pin) {  
  if(pin) {  
    digitalWrite(papDerReset, HIGH);  
    digitalWrite(papIzqReset, HIGH);  
    der.setSpeed(200);  
    izq.setSpeed(-200);  
    der.runSpeed();  
    izq.runSpeed();  
  }  
}
```



```
void botRetrocede(boolean pin) {  
  if(pin) {  
    digitalWrite(papDerReset, HIGH);  
    digitalWrite(papIzqReset, HIGH);  
    der.setSpeed(-200);  
    izq.setSpeed(-200);  
    der.runSpeed();  
    izq.runSpeed();  
  }  
}  
  
void mostrarDistancias() {  
  Serial.print("A0 ");  
  Serial.print(digitalRead(A0));  
  Serial.print(" ");  
  Serial.print("A1: ");  
  Serial.print(digitalRead(A1));  
  Serial.print(" ");  
  Serial.print("A2: ");  
  Serial.print(digitalRead(A2));  
  Serial.print(" ");  
  Serial.print("A3: ");  
  Serial.print(digitalRead(A3));  
  Serial.println(" ");  
}
```

Ilustración 45 - Código instalado v0.9

Tipo de recorrido

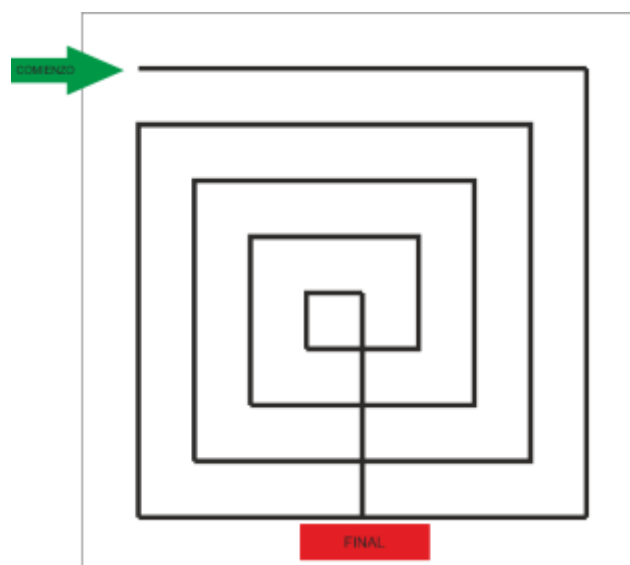


Ilustración 46 - Representación del recorrido esperado



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Pruebas

Se realizan pruebas en una maqueta representativa del hall de entrada de la escuela a la misma escala que el prototipo, el robot es colocado en la esquina inferior derecha para que comience su recorrido (está preparado para ser colocado en cualquier posición de la maqueta y realizar su rutina).

- Autonomía: el consumo del robot es de 2.5A por lo que nos da una autonomía de 90 minutos funcionando sin parar.
- Efectividad: SILBIA consiguió la limpieza completa de la maqueta (alrededor de 9m²), en la que depositamos polvo y pedazos de goma espuma para simular residuos grandes, en poco más de 15 minutos.
- Paredes: analizamos las pruebas dividiéndolas en dos:
 - Mantenerse paralelo a las paredes: el robot muestra capacidad de elegir una pared y mantenerse paralelo a ella durante todo el largo de la maqueta.
 - Espiral: el espiral no es cumplido de manera completa, haciendo que el tiempo en completar la limpieza sea algo mayor de lo esperado.
- Capacidad de carga: la basura esparcida por la maqueta es recolectada en su totalidad sin necesidad de descargar el robot.
- Temperatura: la temperatura alcanzada por los motores fue de 56°, es más de lo esperado, pero está dentro de los límites aceptables. Las placas no muestran aumento de temperatura.

Conclusiones

Todos los objetivos planteados al principio del proyecto se pudieron cumplir de manera satisfactoria durante el primer año de ejecución del prototipo. En la versión a escala real de SILBIA, se buscará pulir algunos detalles de programación, pero el código está preparado para ser mudado de manera directa a la versión en escala 1:1.



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



SILBIA 1.0

Con los resultados obtenidos en los prototipos anteriores, construiremos el robot en escala 1:1 con tres grandes cambios:

- Orugas en remplazo de ruedas: cada vez que SILBIA pisaba un desperdicio grande perdía dirección y muchas veces el proceso de recuperación demanda más de lo que podemos aceptar o esperar. Al aplicar orugas, estarán en todo momento en contacto con el piso dando mayor control en la tracción.
- Control remoto: se decide poner un modo a control remoto para SILBIA permitiendo ser usada en modo manual para tareas distintas a las planeadas, por ejemplo, cortar el pasto.
- Raspberry PI: durante las pruebas realizadas en los prototipos anteriores, se notó que la capacidad de procesamiento de Arduino muchas veces no alcanzaba para la cantidad de procesos que tiene que realizar el robot. Además, estas placas son monotarea, por lo que su limitación es todavía mayor. Para resolver esto se decide aplicar una computadora con arquitectura de 32bits y capacidad para procesar, almacenar y mostrar múltiples datos al mismo tiempo. Se optó por la Raspberry PI 2.

La construcción de este modelo buscara reducir el peso del robot al máximo manteniendo un costo no tan elevado. En este modelo utilizaremos:

Electrónica:

- 2 Arduino UNO (sensores y motores)
- 1 Arduino Nano (comunicación Bluetooth)
- 1 Módulo Bluetooth HC-05
- 2 Sensores de corriente por efecto Hall +30A
- 1 Sensor de voltaje (censado de batería)
- 1 Regulador de voltaje
- 1 Levelshifter para la comunicación I2C entre Arduino y Raspberry PI
- 2 Driver de motores ESTECA (construcción libre)
- 1 Interfaz de potencia ESTECA (construcción libre)
- 6 Sensores ultrasónicos HC-SR04

Programación:

- APP para Android como control remoto Bluetooth



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



- Arduino
- Python
- Raspberry Pi 2, computadora encargada del proceso de información

Mecánica

- Caño cuadrado de 10mm 6m
- Ruedas y engranajes impresos en 3D (detallados más abajo)
- 8 Rodamientos 6200ZZ
- 2 Correas de distribución Corsa 2
- Burlete rectangular microporoso
- 2 Motores paso a paso 24V 2A
- Fibrofácil de 5mm

Presupuesto

Los precios están actualizados a Marzo de 2016, todos los elementos fueron comprados en Mercado Libre, muchas de las partes fueron recicladas.

Componente	Cantidad	Precio Unitario	Sub-Total
Arduino Uno Rev 3	2	\$ 200	\$ 400
Arduino Nano	1	\$ 120	\$ 120
Módulo Bluetooth HC-05	1	\$ 200	\$ 200
Raspeberri Pi 2	1	\$ 1.300	\$ 1.300
Motor paso a paso 1,4A	2	\$ 600	\$ 1.200
Sensor HC-04	6	\$ 70	\$ 420
Sensor De Corriente Acs712	2	\$ 100	\$ 200
Insumos impresora 3D	500g	\$ 350	\$ 175
Rodamientos 6200zz	8	\$ 39	\$ 312
Caño cuadrado 15mmx15mm	6m	\$ 12	\$ 70
Burlete microporoso	4m	65\$	\$ 260
Tornillos varios	-	\$ 150	\$ 150
Componentes electrónicos varios	-	\$ 400	\$ 400
Total:			\$ 5.207

Diagrama de bloques electrónicos

La comunicación entre cada parte será de suma importancia, buscando que los datos lleguen íntegros a destino (en su mayoría a las Raspberry PI) para tener un control en tiempo real rápido. Al haber tantas piezas y puntos de falla, es importante que podamos sensorar cada aspecto del robot (temperatura, batería, consumo, tiempo de respuesta, etc.). Debido a que la Raspberry PI no cuenta con una protección integrada, debemos considerar un sistema de encendido y apagado.

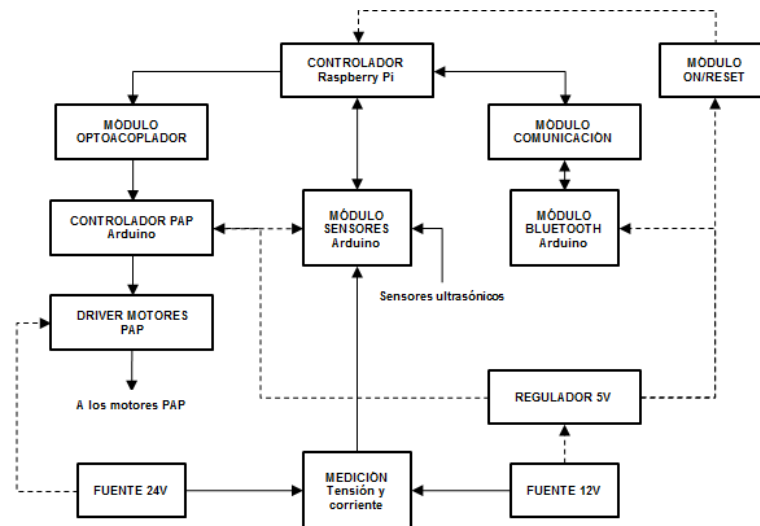


Ilustración 47 - Diagrama de bloques

Concepto de la oruga

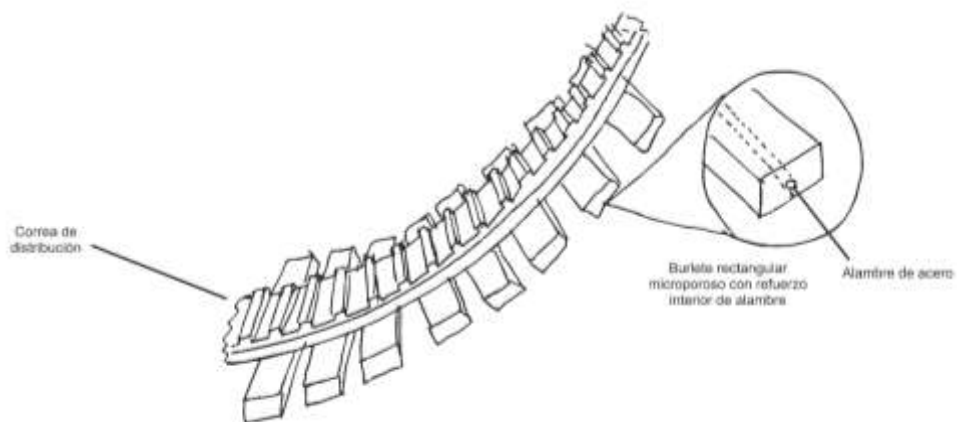


Ilustración 48 - Boceto oruga

Estructura

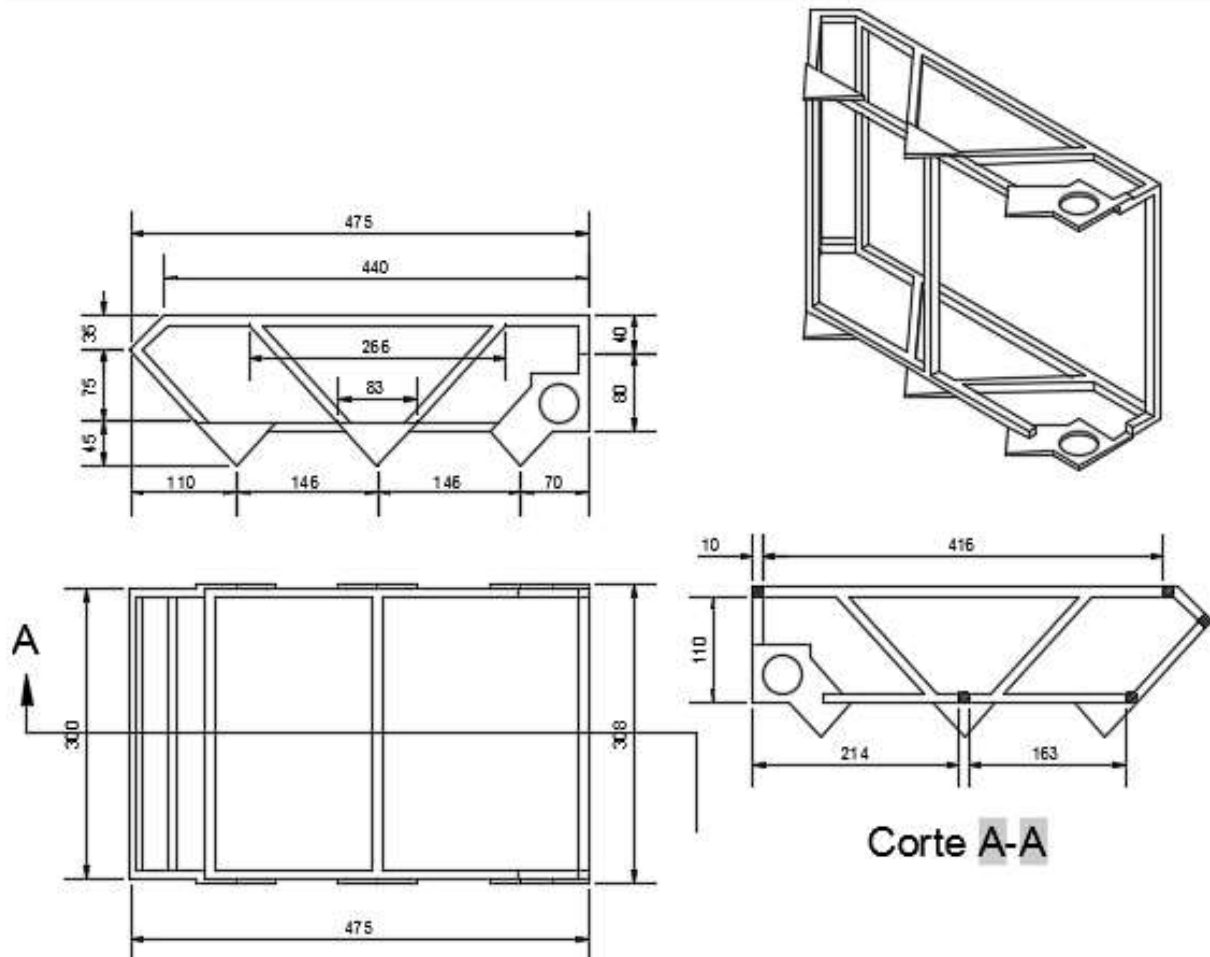


Ilustración 49 - Planos estructura

Ruedas de apoyo (x8)

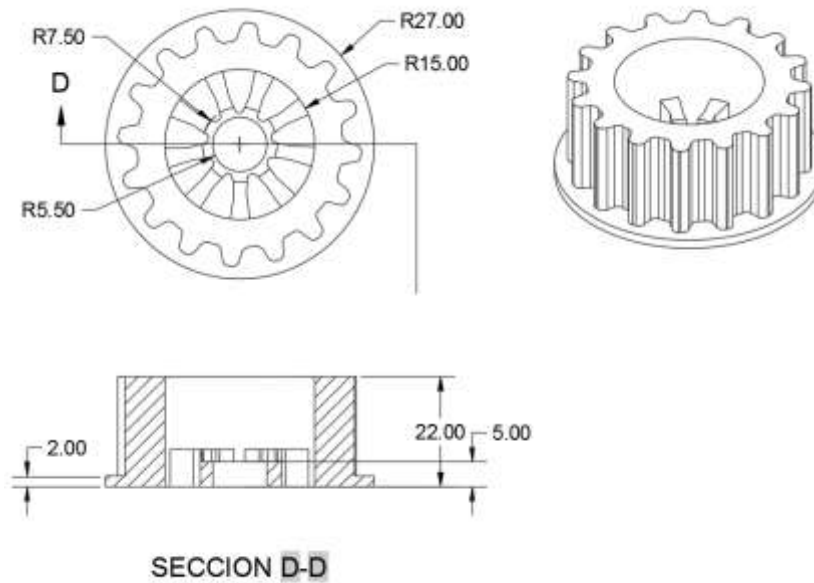


Ilustración 50 - Ruedas de apoyo (ABS)

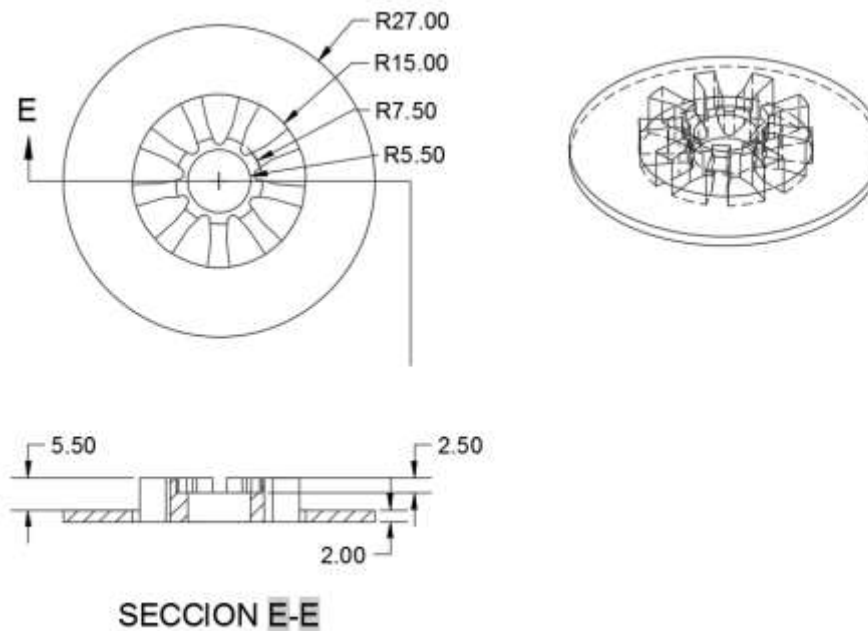


Ilustración 51 - Tapa rueda de apoyo (ABS)

Soporte del eje (x16 en aluminio)

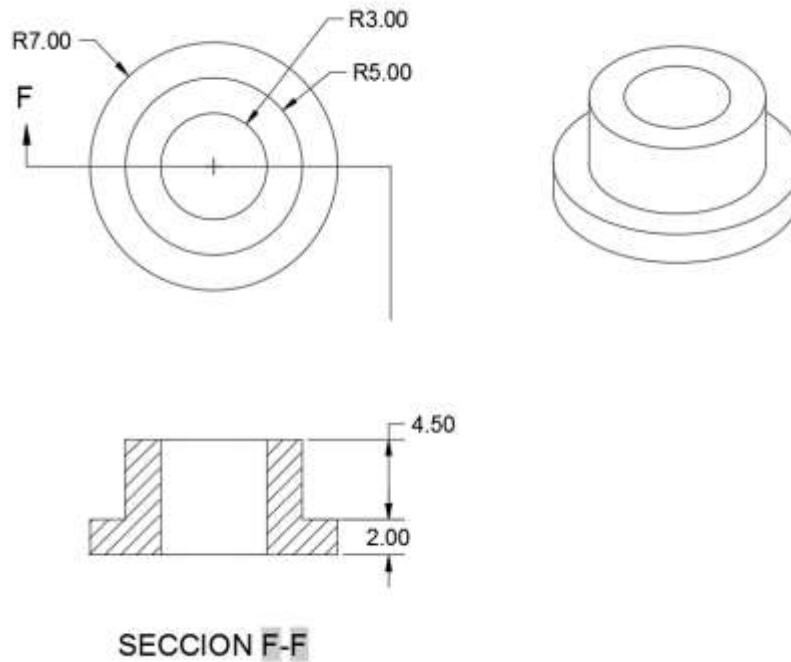


Ilustración 52 - Plano soporte

Despiece de la rueda montada

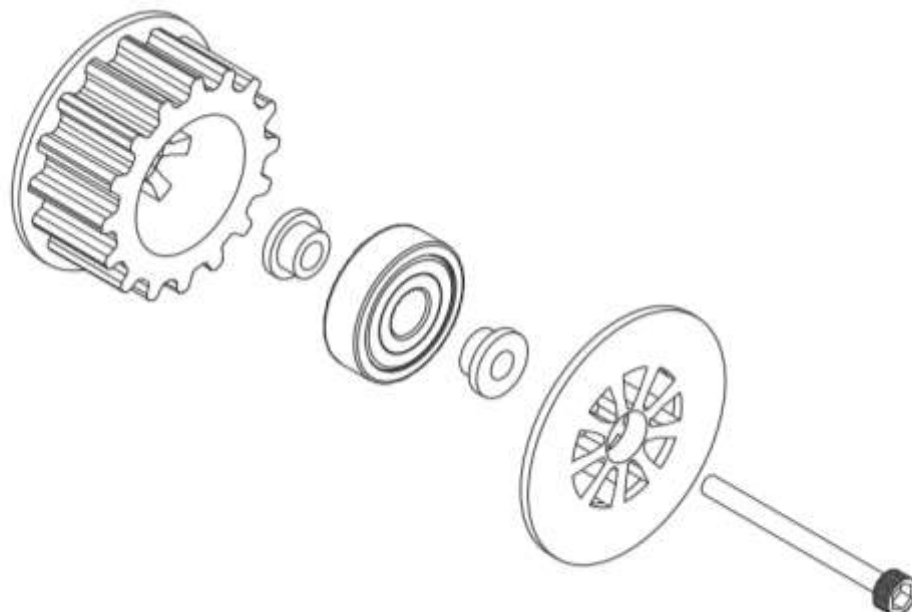


Ilustración 53 - Despiece rueda

Ruedas de tracción (x2)

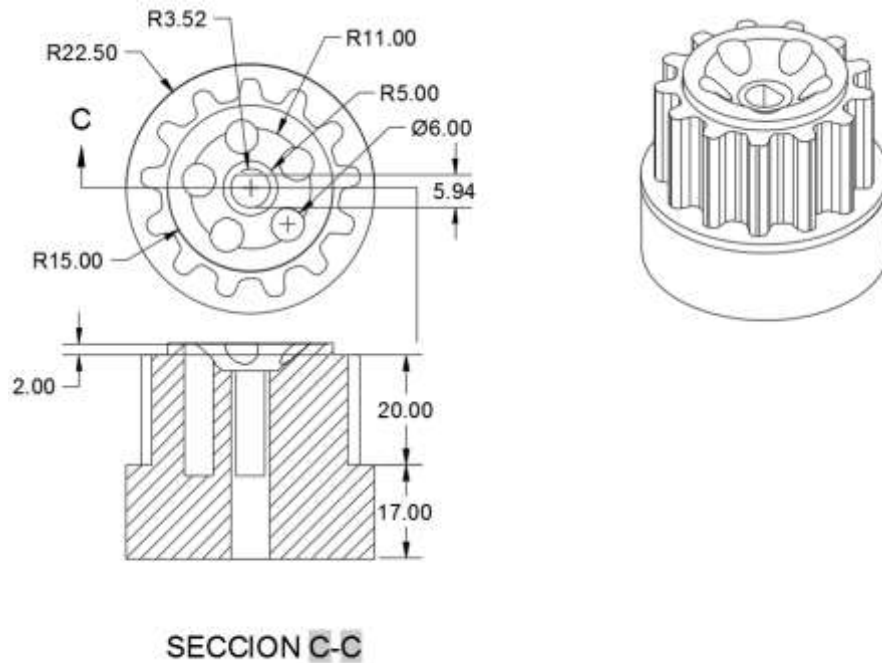


Ilustración 54 - Plano rueda de tracción

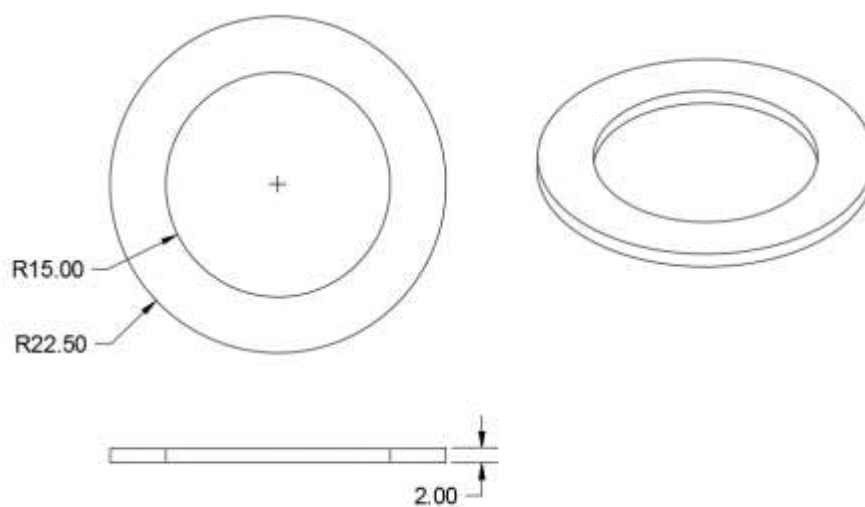


Ilustración 55 - Plano tapa de la rueda

Despiece de la rueda montada

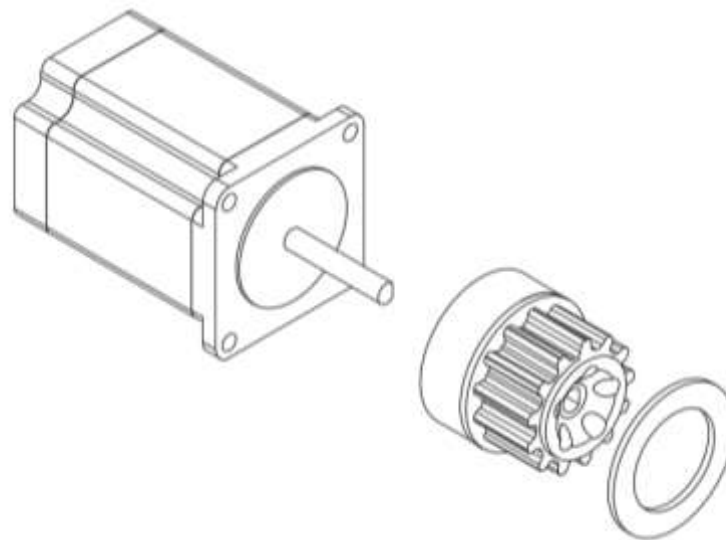


Ilustración 56 - Despiece rueda de tracción

Ruedas guías (x2)

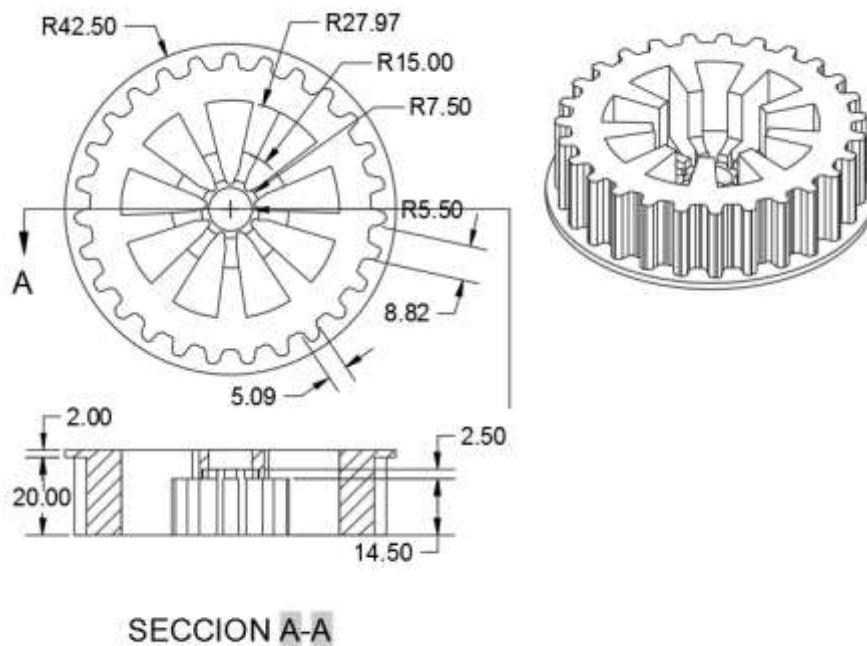


Ilustración 57 - Planos rueda frontal

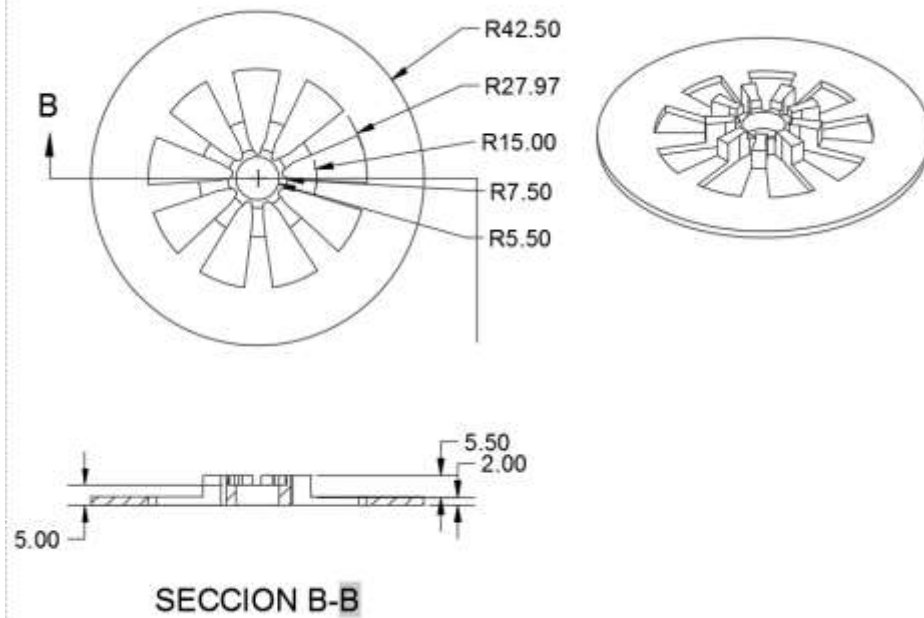


Ilustración 58 - Plano tapa rueda frontal

Despiece de la rueda montada

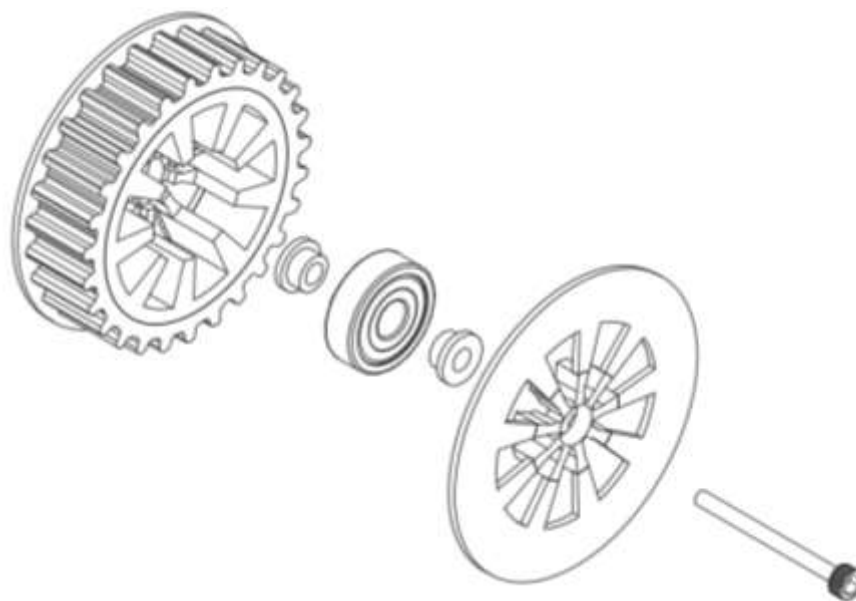


Ilustración 59 - Despiece rueda frontal

Modelo final SILBIA 1.0

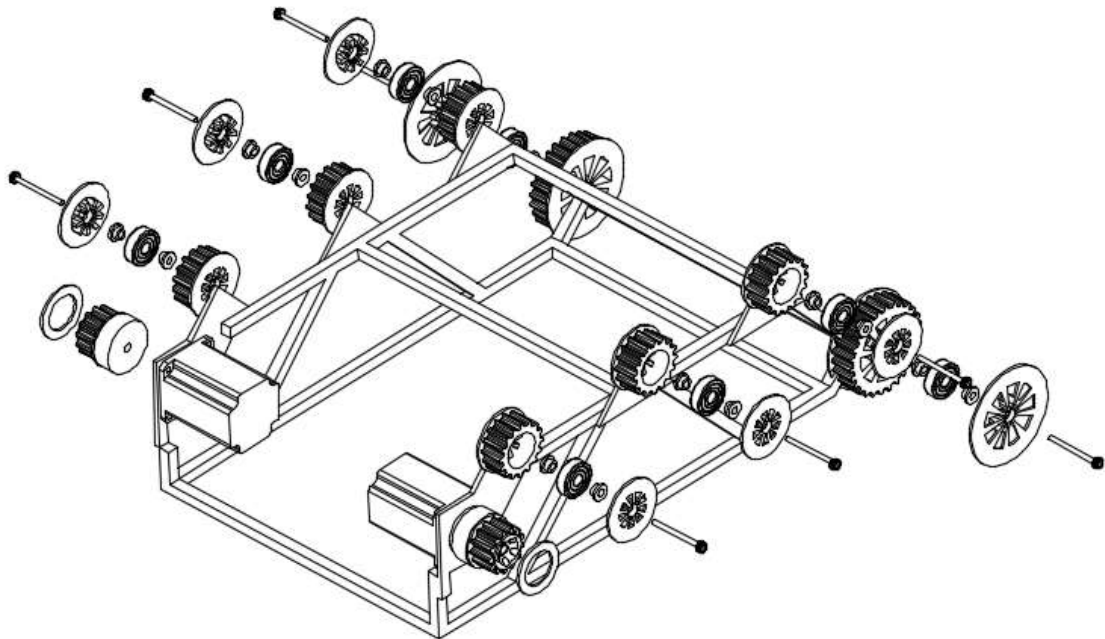


Ilustración 60 - Despiece Silbia 1.0

Electrónica

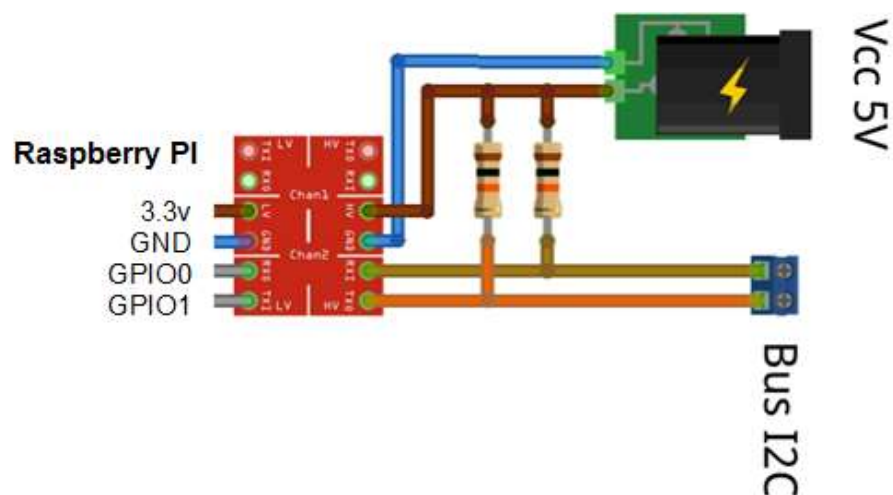


Ilustración 61 - Interfaz de comunicación Arduino - Raspberry PI

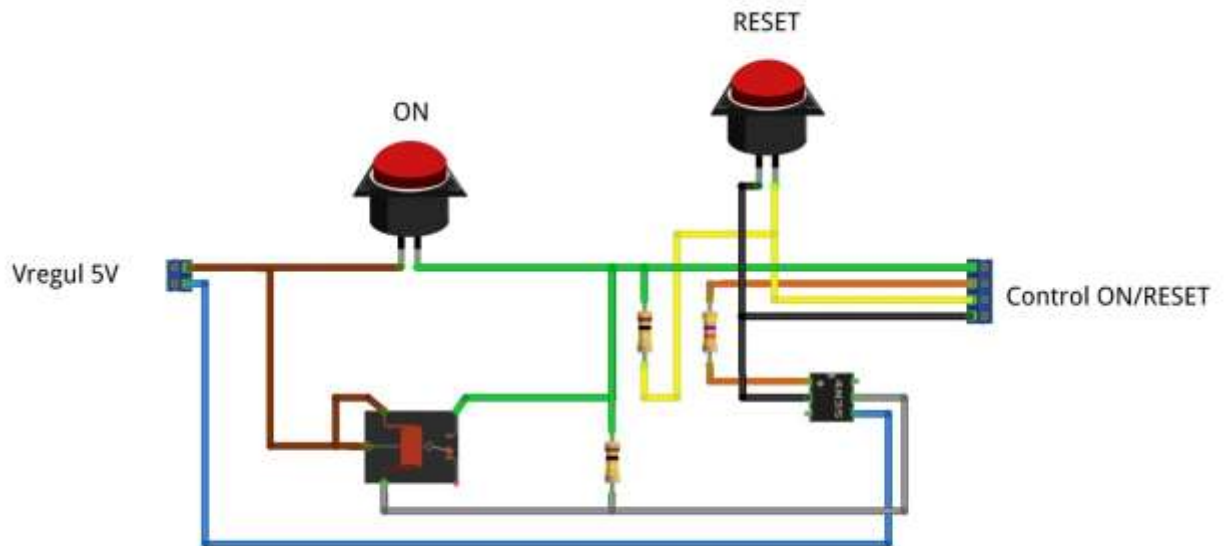


Ilustración 62 - Diagrama encendido Silbia

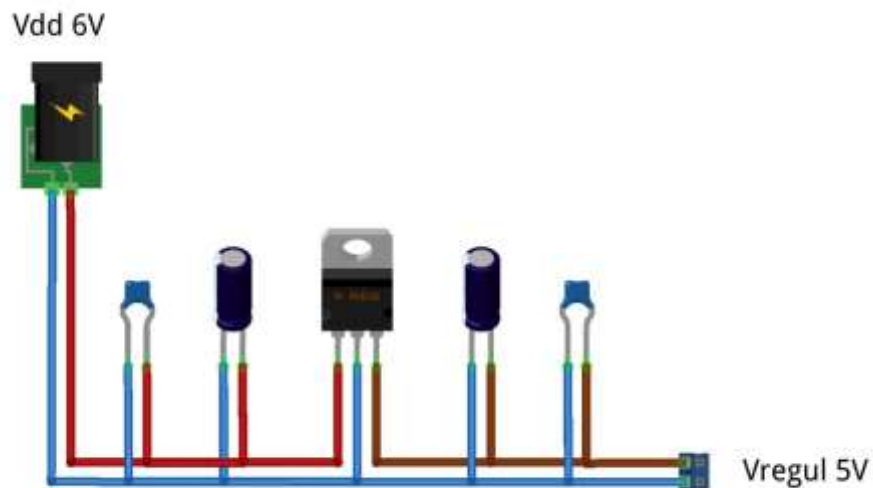


Ilustración 63 – Diagrama regulador de tensión

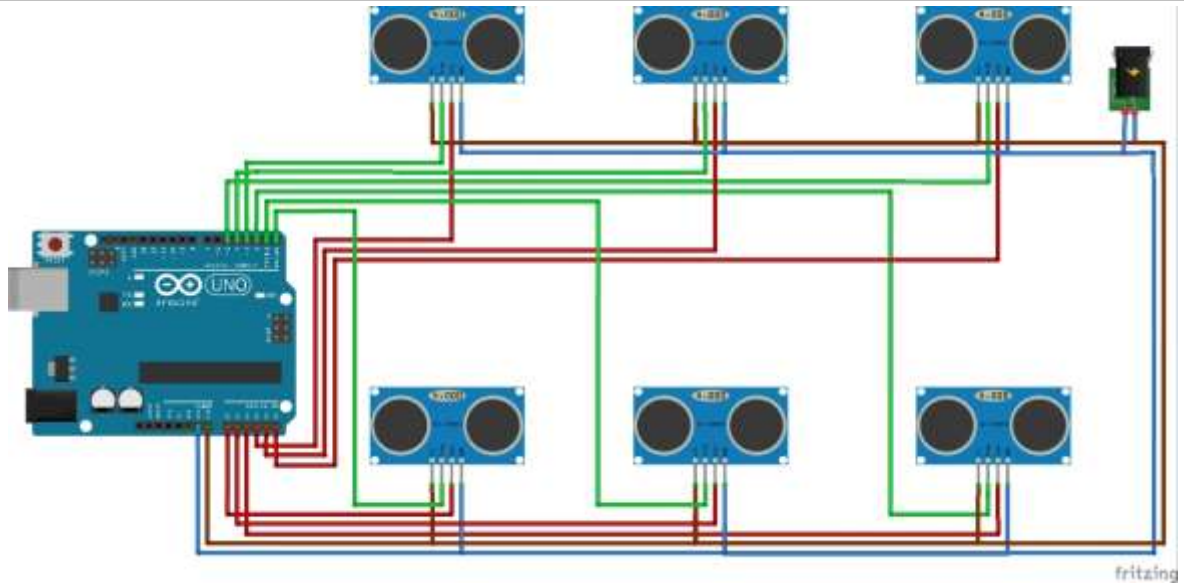


Ilustración 64 - Diagrama conexión de sensores

Programación

APP de control



Ilustración 65 - Interfaz app de control



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Anexo 2

Esquema electrónico Arduino UNO

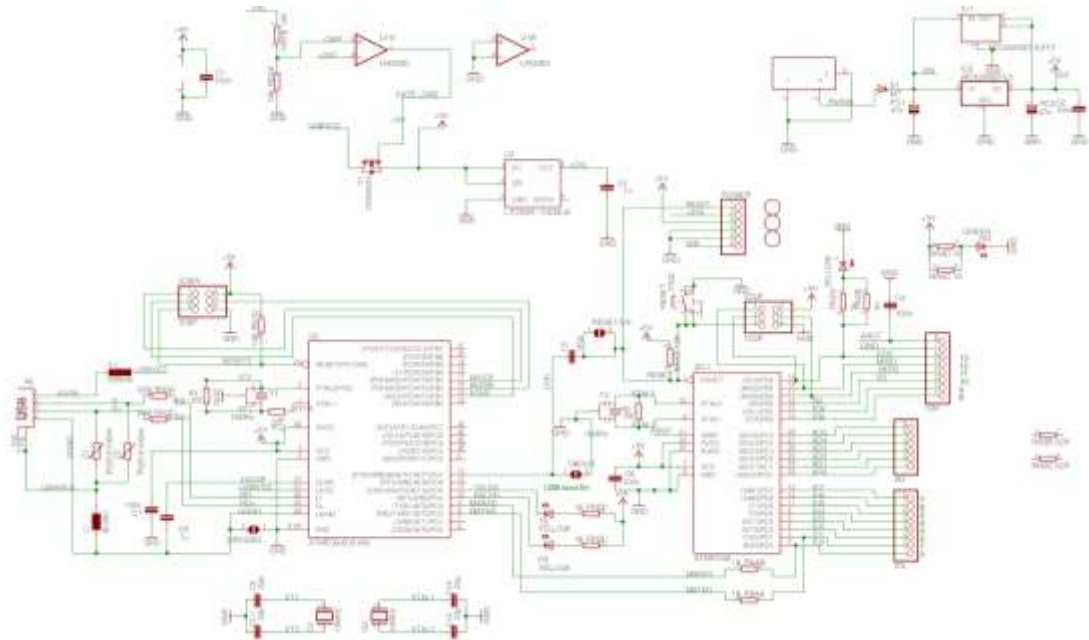


Ilustración 67 - Diagrama electrónico Arduino UNO

Diagrama de pines Arduino UNO

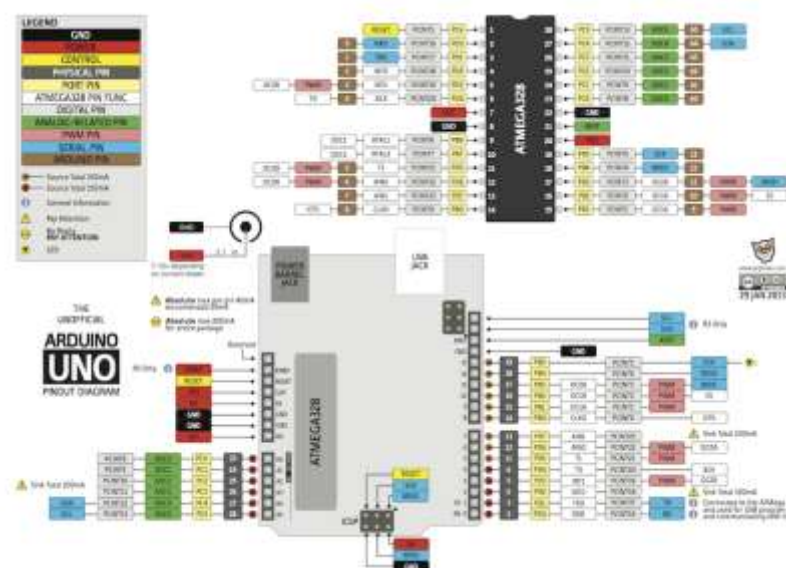


Ilustración 68 - Diagrama de pines Arduino UNO

Esquema electrónico Arduino NANO

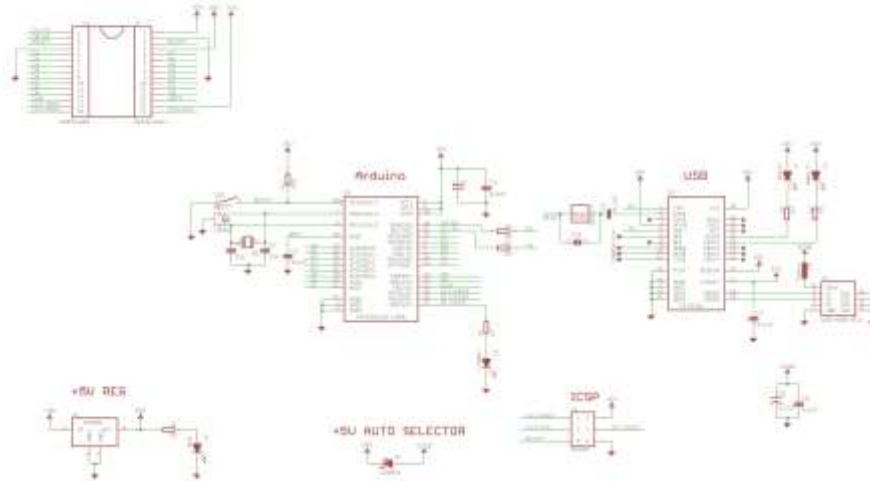


Ilustración 69 - Diagrama electrónico Arduino NANO

Diagrama de Pines

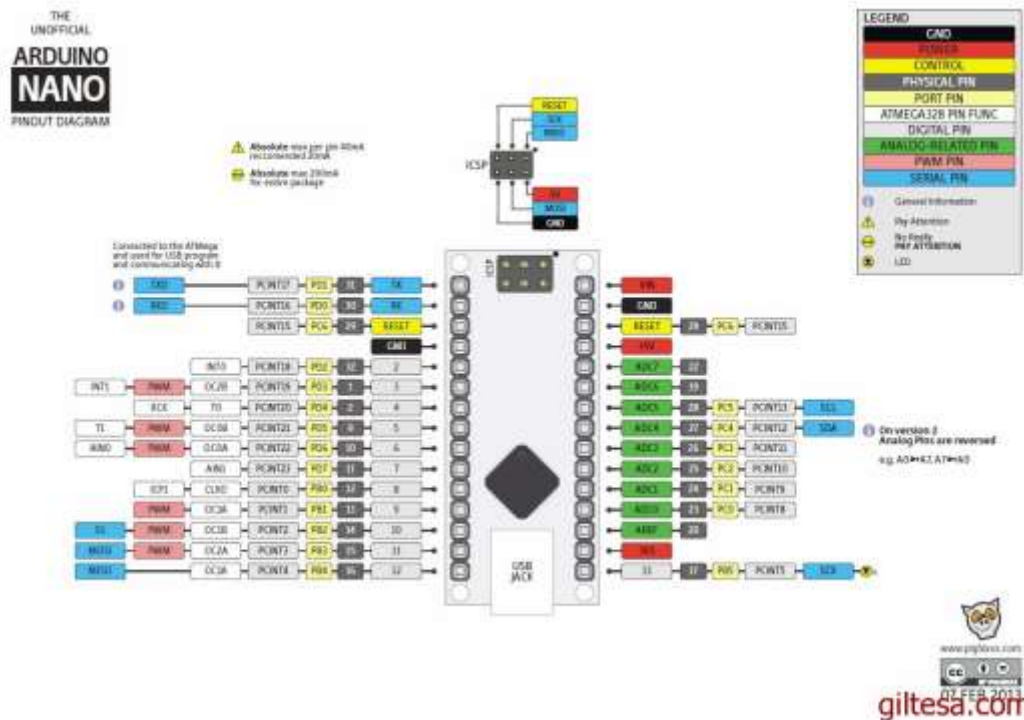


Ilustración 70 - Diagrama de pines Arduino NANO

Diagrama de Pines Raspberry PI 2

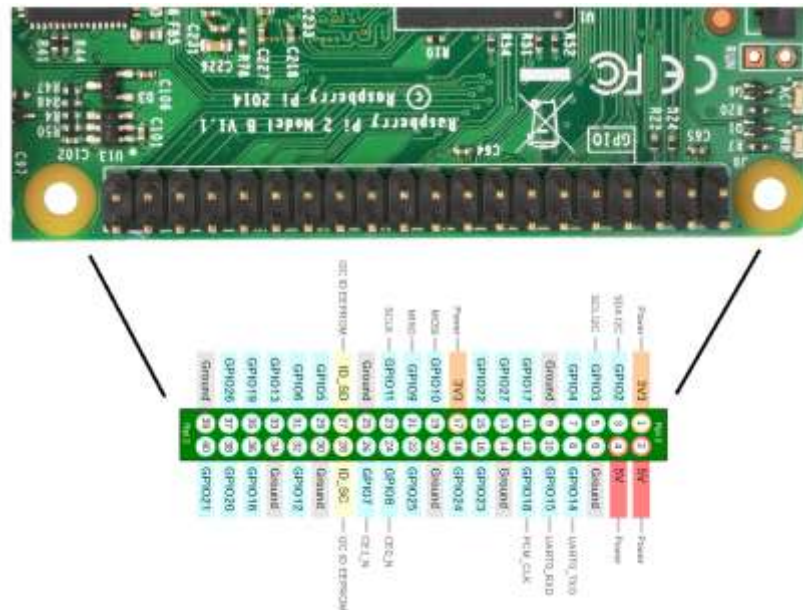


Ilustración 71 - Diagrama de pines Raspberry PI 2

HC-SR04

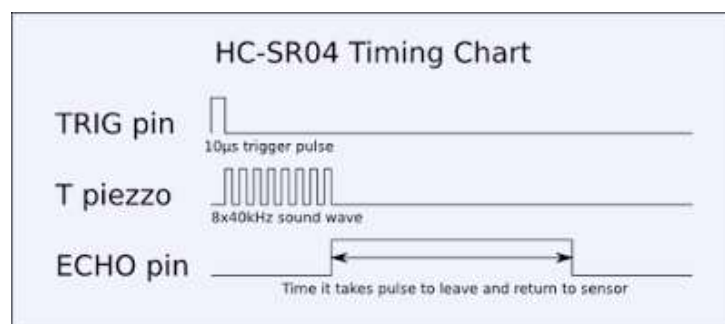


Ilustración 72 - Longitud de onda sensor HC-SR04



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Área de cobertura HC-SR04

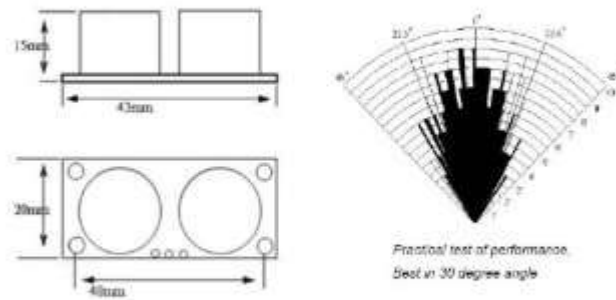


Ilustración 73 - Tamaño del sensor - Área de cobertura



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



Anexo - Diario del profesor

Título: SILBIA

Docentes orientadores:

- De Ambrosio Luis DNI 36.572.009
- Fritzler Jorge DNI 30.572.681
- Herrera Hernán DNI 33.803.657

Alumnos:

- Porporato Lucila 5º informática “A” DNI 42.840.025
- Ternovic Ivan 6º Electromecánica “B” DNI 42.058.397
- Bernardotti Luciano 5º informática “A” DNI 42.906.381
- Bonkovic Alejo 5º informática “A” DNI 43.179.764
- Castillo Lucas 5º Electromecánica “B” DNI 43.179.764
- Gambotto Gerónimo 5º informática “A” DNI 42.959.150
- Müller Micaela 5º informática “A” DNI 42.963.718
- Tizi Jerónimo 6º Electromecánica “C” DNI 42.574.530
- Torres Isaías 6º Electromecánica “C” DNI 41.238.192
- Ibarra Mateo 4º Electromecánica “B” DNI 42.676.435

Nivel y Área: Secundaria 2 – Ingeniería y Tecnología

Escuela: Instituto Privado Fray Luis Beltrán, Moreno 402, San Nicolás de los Arroyos, Buenos Aires

Año: 2017



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



El trabajo por proyectos se ha vuelto una manera muy eficaz de que el estudiante construya su conocimiento a partir de la búsqueda de soluciones para problemas reales. Por lo tanto el aprovechamiento de este encuadre metodológico es creador de competencias y a su vez saca al docente como figura máxima dentro del aula y lo convierte en un guía en la construcción del conocimiento del estudiante. El Club de Ciencias “PICoT” (Proyecto Integrador de Competencias Técnicas), que se lleva adelante en nuestro establecimiento, es un ámbito propicio para la generación de ideas y la conformación de proyectos técnicos, realizados de manera extracurricular por grupos de trabajo integrados por alumnos de diferentes edades, divisiones y modalidades, con el acompañamiento de docentes de distintas áreas. El proyecto presentado es pionero bajo esta modalidad de trabajo.

El proyecto “Silbia” nace en 2015, al darnos cuenta la cantidad de veces que las porteras limpian los pasillos por día. El proyecto fue concebido como un trabajo bianual con posibilidades de seguir creciendo para convertirse en algo más y esta expectativa se hizo realidad durante el desarrollo hasta convertirse en la actual “SILBIA DUO”. En abril del 2015 les presentamos la idea a los miembros de PICoT y formamos un grupo de trabajo, con un líder a cargo del proyecto. Durante este mes se realizaron varias reuniones para permitir que los miembros del grupo se conozcan, ya que hasta el momento muchos de ellos sólo se cruzaban en los pasillos. El proyecto se dividió en tres áreas: electrónica, mecánica e informática, con un docente asesor y estudiantes a cargo de cada una.

A finales de Abril se comenzaron con las observaciones, los alumnos tenían que ver qué tipo de residuos debía ser capaz de conducir el robot hasta la disposición final. Tomaron varias muestras y llegaron a la conclusión de que ninguna de las soluciones comerciales podía hacerse cargo de la limpieza del establecimiento como consecuencia del tipo y cantidad de los residuos.

Durante todo Mayo, el trabajo se centró en planear las tareas a realizar, los tiempos de cada una, y qué parte del grupo de trabajo se iba a encargar de cada una. A finales del mes, se logra el primer diseño de Silbia. Los alumnos optaron por dividir el trabajo en dos grandes etapas, un robot a escala para probar la idea, realizado durante 2015, y la versión definitiva a escala real, en 2016. Con el modelo armado, empezaron a realizar pruebas con los motores que se iban a utilizar, en ese momento se había optado por motores de corriente continua.

Para medir las distancias se decidió utilizar sensores ultrasónicos, de los cuales ya teníamos mucha información y horas de pruebas de proyectos anteriores. De igual manera, ante la necesidad de utilizar



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



varios, se presentaron interferencias entre los mismos, por lo que los estudiantes realizaron pruebas modificando los sensores y probando diferentes configuraciones hasta que se consiguió que las mediciones sean correctas.

Todo Junio se centra en pruebas que, mediante prueba y error, mostraban las fragilidades del tipo de motor que habían elegido. La diferencia de velocidades de los motores hacía que el robot se vuelva difícil de controlar. Mecánicos e informáticos trataron el problema planteando diferentes artilugios mecánicos y rebuscadas programaciones que, a pesar de ser iterativos buscando la resolución del problema, no encontraron la forma de sortear el inconveniente. El “talón de Aquiles” del sistema eran los motores de corriente continua.

Les recomendamos utilizar motores paso a paso para poder controlar exactamente la velocidad de cada motor, así como poder frenar el robot con justeza. Muchos de los alumnos nunca habían trabajado con este tipo de motores, así que les explicamos cómo funcionan y qué es necesario para controlarlos.

Con las pruebas terminadas, se comenzó con la construcción del prototipo final. Decidimos agregar la tarea de construir una maqueta a escala del hall de entrada de la escuela, para probar el prototipo y poder mostrarlo en la ExpoFray. Los tiempos se empezaron a acortar, y teniendo en cuenta además que el trabajo es extracurricular, tuvimos que empezar a dedicar más tiempo fuera de horario para poder llegar a terminar el proyecto antes de la Expo. En ese momento observamos la magnitud del compromiso de los estudiantes, y a pesar del trabajo contra-reloj, compartimos gratos momentos de aprendizaje mutuo, cumpliendo con uno de los objetivos de PICoT: Incentivar las actitudes pro-activas.

Para finales de Octubre, una semana antes de la expo, los alumnos consiguieron que el robot siguiera un recorrido, evite obstáculos y limpie toda la superficie de la maqueta.

El año se termina con una autoevaluación del trabajo para ver qué puntos mejorar al año siguiente, en el robot y en el grupo. Durante todo el año, el trabajo se fue documentando a través de la carpeta de campo y documentación fotográfica.

En 2016 se reabren las inscripciones a PICoT, por lo que algunos de los miembros del proyecto dejan de participar y aparecen nuevos, debiendo reestructurar el grupo de trabajo, quedando la líder y dos de los miembros originales, mientras que todos los demás son flamantes participantes de proyecto. En la primera reunión, los alumnos se conocen entre sí y se informan del trabajo realizado el año anterior y de lo que se



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



planea hacer este año. Para ello se muestra la carpeta de campo y el prototipo realizado el año anterior (que la mayoría había visto en la exposición). Encontramos que muchos de los nuevos participantes se intrigan al observar el robot funcionando. Este precedente avaló uno de los motivos de la creación de PICoT: crear competencias a través de la praxis utilizando innovaciones tecnológicas.

El objetivo de 2016 fue que Silbia crezca y sea capaz de limpiar los pasillos de la escuela. Para poder hacer esto se decide comenzar por pulir la programación del año anterior para terminar de resolver algunos problemas, y que se pueda utilizar ese programa en el modelo final.

En mayo se comenzó con el diseño de la nueva estructura para poder disponer los motores nuevos. Además se decidió cambiar las ruedas por orugas. La nueva configuración es demandante de ideas y se transforma en un verdadero desafío para los mecánicos. Sin embargo, fuimos sorprendidos por la actitud del grupo de mecánicos, que encaró con decisión el desarrollo estructural, orientándose a la disminución del peso sin obviar la resistencia mecánica. El material que seleccionaron de acuerdo a las cualidades buscadas fue el aluminio, pero el no poder ensamblarlo mediante soldadura o uniones desmontables de forma sencilla hizo que se deba optar por acero. Se reconfiguró la estructura disminuyendo refuerzos, que no hacían falta por utilizar un material más resistente, y limitando el tamaño de los perfiles. Esto dio comienzo a la materialización del desarrollo, en los comienzos del mes de junio.

Paralelamente, el grupo de informáticos buscaba soluciones a los problemas del año pasado. La disyuntiva era: un robot totalmente autónomo o controlado externamente, ya que la heterogeneidad de los residuos y formato edilicio del Instituto complicaban enormemente la programación. La decisión fue vincular un dispositivo tan común como un Smartphone al control del Silbia, y automatizar el sistema de seguridad que proteja a las personas y al robot de colisiones, independientemente de la voluntad del operario. Con el objetivo claro, comienza la búsqueda de tecnologías que se adapten a lo planteado. Se decide, consultando al equipo de electrónicos, utilizar comunicación por radiofrecuencia bluetooth y aumentar la capacidad de procesamiento de datos por medio de un sistema conformado por varios microcontroladores y una computadora miniatura comunicados entre sí. Se realizaron pruebas para comunicar los diferentes procesadores, resultando satisfactorias. También se avanzó con el desarrollo del entorno del control remoto. Los sensores ultrasónicos utilizados con la configuración del prototipo del año anterior dieron buenos resultados, por ello se vuelven a utilizar para ubicar al robot en su entorno y detectar obstáculos.



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



El proyecto se presenta en la Feria de Ciencias 2016 llegando hasta la etapa provincial, esta primera participación fue beneficiosa en todo sentido, ya que se replantearon algunas ideas, se consolidó el grupo como equipo y fundamentalmente, dio a conocer el proyecto a un nivel más allá del escolar. Ahí fue cuando en uno de las devoluciones se consultó sobre el por qué limitar el proyecto a la escuela y no extender el alcance a la comunidad. Como la Expo Fray 2016 estaba próxima a comenzar se siguieron los objetivos iniciales y se presentó siendo el primer robot que participa en el corte de cintas protocolar.

El 2017 se inicia en la escuela con un interrogante que se escuchó muchas veces por parte del alumnado: “¿Cuándo arranca PICoT?”. Esa cuestión se volvió una realidad y en abril comienzan las inscripciones al ya clásico Club de Ciencias donde el pensar y hacer son cotidianos. Por tercer año Silbia tiene equipo, un equipo con nuevos integrantes y líder, ya que la anterior egresó en el 2016. Nuevas caras, nuevas ideas, pero el mismo interrogante: ¿Por qué SILBIA solo está en la escuela? Se pone a consideración buscar un nuevo lugar donde el proyecto beneficie a un público mucho más amplio y en pocos días se obtuvo la respuesta: La Asistencia Pública, dependiente de la Secretaría de Salud Pública de la Municipalidad de San Nicolás es un espacio amplio, tiene pasillos que diariamente recorren cientos de personas que van a una consulta médica o simplemente a realizar un trámite. Si hay un pasillo, tiene que estar SILBIA para colaborar, pero ¿de qué forma si los pasillos están limpios? Esta pregunta estuvo un tiempo dando que hablar en el grupo hasta que se decidió pensar in situ, se solicitaron los permisos necesarios y a la semana se consultó al equipo cuándo tenían intenciones de ir, la respuesta fue la menos esperada: “ya fuimos y tenemos definido que hacer”. Situaciones como estas enaltecen lo que es PICoT como espacio de desarrollo de cualidades humanas, siendo la responsabilidad y actitud proactiva los pilares de su funcionamiento. El equipo se propuso un desafío enorme: Limpiar lo invisible. Comenzaron a buscar alternativas para la limpieza de virus y bacterias, charlaron con un médico, actual asesor científico, que les comentó sobre un estudio realizado con luz UV. En la búsqueda de información aparece el ozono como desinfectante y que junto a la luz UV transforman a la actual SILBIA en SILBIA DUO (desinfección por UV y ozono). SILBIA DUO es nueva, ya no es la barredora de pasillos, aunque tiene un desarrollo de años que garantiza los mejores resultados.

Mentes a pensar y manos a la obra, el mes de mayo llegó demasiado rápido y sus 31 días parecieron poco. Se comenzó a investigar en detalle la luz UV y el ozono, buscando donde conseguir lo necesario para realizar pruebas. Además la estructura del robot debía cambiar por completo, mejorando las cualidades de



Instituto Privado
Fray Luis Beltrán
UNION OBRERA METALURGICA
Moreno 401

**“Potencia tus
Capacidades”**
<http://picotflb.org>
info@picotflb.org



los materiales y pensándola más atractiva visualmente. La detallada carpeta de campo de años anteriores es un valiosísimo recurso que logra el desarrollo desde un punto de partida sólido cimentado en la experiencia previa. Actualmente el robot comienza a tener forma mientras la investigación cada vez abre más interrogantes, la actitud del equipo es enfrentar los problemas, consecuencia de creer en lo que hacen y la posibilidad de demostrarlo en la Feria de Ciencias 2017, el efecto contagio de los antiguos integrantes con los nuevos está dando sus mejores frutos.

