



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**RESIDENCIA PROFESIONAL**

**SISTEMA SEPARADOR DE BOTELLAS PARA VEHICULO AUTONOMO**

**ASESOR  
ING. ALVARO HERNANDEZ SOL**

**CASTILLEJOS CRUZ BRUNO BALBINO  
11270454**

**PERIODO:  
AGOSTO – DICIEMBRE 2015**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, DICIEMBRE 2015**

## Contenido

CAPITULO I .....	1
1.1-INTRODUCCIÓN .....	1
1.2-OBJETIVOS.....	2
1.2.1-OBJETIVOS GENERALES:.....	2
1.2.2-OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.4-ALCANCES Y LIMITACIONES .....	5
1.4.1-ALCANCES .....	5
1.4.2-LIMITACIONES .....	5
1.5.1-CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPO .....	6
CAPITULO II .....	12
2.1.-FUNDAMENTO TEORICO .....	12
CAPITULO III .....	22
3.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	22
3.1.1 Diseñar y adaptar el sistema de separación. ....	22
3.1.2 PRUEVAS Y CORRECCIONES: SIMULACIONES.....	25
3.1.3Diseñar el sistema de medición de objetos.....	28
3.1.4Creación de un sistema de control inalámbrico .....	28
CAPITULO IV .....	31
4.1 RESULTADOS.....	31
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	34
COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS .....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36
ANEXOS .....	37

## CAPITULO I

### 1.1-INTRODUCCIÓN

La memoria de trabajo que se presenta se refiere a la realización del proyecto denominado “sistema recolector de botellas para vehículo autónomo”, el cual se realizó debido a la creciente contaminación en las playas referente a desechos sólidos como lo son: botellas de plástico, de vidrio y latas de aluminio, esta problemática es el detonante para impulsar el diseño, la planeación y la elaboración del prototipo. El cual tiene como objetivo desarrollar e implementar un sistema autónomo que pueda recolectar los materiales mencionados anteriormente que afectan la imagen turística de las playas y dañan los ecosistemas marítimos.

Debido a la alta relevancia que esto tiene en el medio ambiente surgió la necesidad de desarrollar el sistema recolector el cual permitirá disminuir los altos índices de contaminación en las playas registrados los últimos años.

El sistema recolector está enfocado en levantar y separar los desechos sólidos anteriormente mencionados,

Dicho proyecto se llevara a cabo del 28 de agosto al 11 de diciembre de 2015, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez que se encuentra ubicada en Carretera Panamericana kilómetro 1080, colonia Terán, 29050 Tuxtla Gutiérrez, Chis.

Esta memoria está conformada por X núm. de cap. en el primer capítulo se profundizara en la problemática que origino la realización de dicho proyecto, así como también la justificación de este, se hará mención del objetivo general y los específicos

## **1.2-OBJETIVOS**

### **1.2.1-OBJETIVOS GENERALES:**

Implementación de un sistema separador de basura (latas de aluminio, PET y vidrio)

### **1.2.2-OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Diseñar y adaptar el sistema de separación.
2. Diseñar el algoritmo de medición de los contenedores.
3. Realizar pruebas y correcciones para el correcto funcionamiento del sistema de separación.
4. Creación de un sistema de control inalámbrico

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

El proyecto surge del interés por cuidar el medio ambiente dado que el turismo representa un factor económico importante en México, se busca tener playas más limpias y atractivas, invertir de manera eficiente en su limpieza maximizará las ganancias netas que se obtiene del turismo y a su vez protege el ecosistema de muchas especies en los océanos que también son afectados por la basura.

El proyecto pretende satisfacer las necesidades presentadas en las playas, siendo la principal el alto porcentaje de contaminación en ellas, con la innovación tecnológica se pretende crear un Recolector y separador de basura, factible para laborar en playas, con esto se pretende contribuir a la conservación del medio ambiente. La elaboración del proyecto presentara grandes cambios en el gasto público del gobierno al pagar un poco menos de lo que paga a las personas responsables de limpiar estos espacios turísticos.

La demanda del mercado es más bien la necesidad de los gobiernos y empresas por mantener las playas en buen estado, ya que no solo presentan una belleza natural si no también un ingreso monetario para las empresas nacionales e internacionales que invierten en estos lugares, es por ello que se encuentra viable el crear un aparato tecnológico que ayude a mantener estos espacios limpios.

Tomando en cuenta los recursos públicos que destina el gobierno de México para la conservación y limpieza de espacios turísticos, el proyecto pretende disminuir aproximadamente cifras en un 45%, especialmente en procesos de sumo cuidado como: recoger, separar, almacenar y hacer un muestreo de sitios con mayor contaminación. Que beneficiara reduciendo el tiempo empleado en recoger la basura, depositarla en contenedores para luego esperar a ser separada, y después realizar el censo para obtener estadísticas.

El prototipo está destinado para ser de útil ayuda tanto en el sector privado como para los organismos públicos encargados de la conservación de áreas naturales que son: Las secretarías de Medio Ambiente (Semarnat), Salud, Marina y Turismo son solo algunos de los beneficiados al realizarse este proyecto, ya que es su deber informar veraz y oportunamente cuál es el estado real de los destinos turísticos. Y el prototipo puede ser de gran ayuda para estas empresas.

#### **1.4-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las playas de México ocupan uno de los 10 primeros lugares en el ranking de las playas con más afluencia de turismo en el mundo de lo que resulta también estar en el ranking de las 20 playas más contaminadas según la organización Green Peace, en [1]. Al tener México un porcentaje de contaminación marina del 88 % respecto a un censo realizado en 2000.

La contaminación en las playas proviene de actividades desarrolladas en las grandes concentraciones urbanas que no cuentan con una cobertura suficiente de servicios de limpia, en las zonas costeras es factible la presencia de este problema durante la alta afluencia de vacacionistas, ya que los servicios urbanos y de limpia se ven rebasados y los excedentes alcanzan el agua del mar, afectando las condiciones sanitarias de las aguas.

El principal problema en cuanto a contaminación en las playas es la sobrepoblación de visitas. Se trata de un fenómeno generalizado en la región, que a menudo enfrenta a organismos sanitarios y grupos ecologistas con autoridades locales y empresarios, quienes buscan preservar la actividad turística. De manera específica los diversos tipos de basura (pet, vidrio, metal) afectan la calidad de las playas y las lagunas costeras, convirtiéndolas en no aptas para desarrollar actividades turísticas.

Tomando en cuenta que en México se ha destinado recursos públicos federales por 13 mil 549 millones de pesos para la conservación y limpieza de espacios turísticos sin mencionar los que aporta el gobierno estatal y municipal, que va destinado a 131 playas del pacífico, con reportes dramáticos en tres playas de Colima, cinco en Jalisco, cuatro en Nayarit, tres en Guerrero, tres en Sonora y dos en Chiapas. En el golfo de México y el Caribe 82 playas contaminadas, con episodios agudos en Veracruz (28 playas), Campeche (1), y Tabasco (1). Es decir un total de 213 playas, de las cuales 50 habían alcanzado niveles críticos. De las cuales se recoge en promedio de 610 toneladas semanales y entre 50 y 60 toneladas diarias de basura, en [2].

Esto es un problema preocupante en el sector salud como en el económico ya que esto presenta una pérdida de la capital de las empresas que invierten en el turismo de México. Ya que al año tenemos 19 millones de turistas a las playas

de México solo en semana santa, de las cuales 7.9 millones arriban en cruceros, por ejemplo: considerando que cada persona produce 2 kilogramos diarios, ¿cuánta contaminación se produce al día en las playas?, en [3].

## **1.4-ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.4.1-ALCANCES**

El alcance es realizar la implementación de un sistema separador para complementar el sistema recolector de un vehículo autónomo del departamento de ingeniería electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

### **1.4.2-LIMITACIONES**

La principal limitación que se tuvo al realizar el proyecto fue la búsqueda de información y el espacio adecuado que favoreciera la realización del prototipo, así como también acertar en la elección de los materiales e instrumentos que dieran un resultado factible al proyecto.

## **1.5.1-CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPO**

### **Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez**

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez brinda Servicios Educativos de Calidad Certificada, con la misión de formar de manera integral a profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al ambiente y apego a los valores éticos.

Somos una institución de excelencia en la educación superior tecnológica del sureste, comprometidos con el desarrollo sustentable de la región, el cual es uno de los ejes transversales de nuestra oferta educativa, tanto a nivel licenciatura como posgrado.

Trabajamos con Sistemas de Gestión Ambiental Certificados, en donde nuestros estudiantes aplican sus conocimientos en función del cuidado del ambiente: aire, agua, suelo, flora, fauna y seres humanos.

La sociedad del nuevo milenio se enfrenta a retos y cambios continuos, choques generacionales en el uso de modernas tecnologías, comunicándonos en tiempo real a cualquier parte del mundo con video y voz, estamos ante un sinnúmero de avances tecnológicos que son punto de partida para modelar el desarrollo de la sociedad.

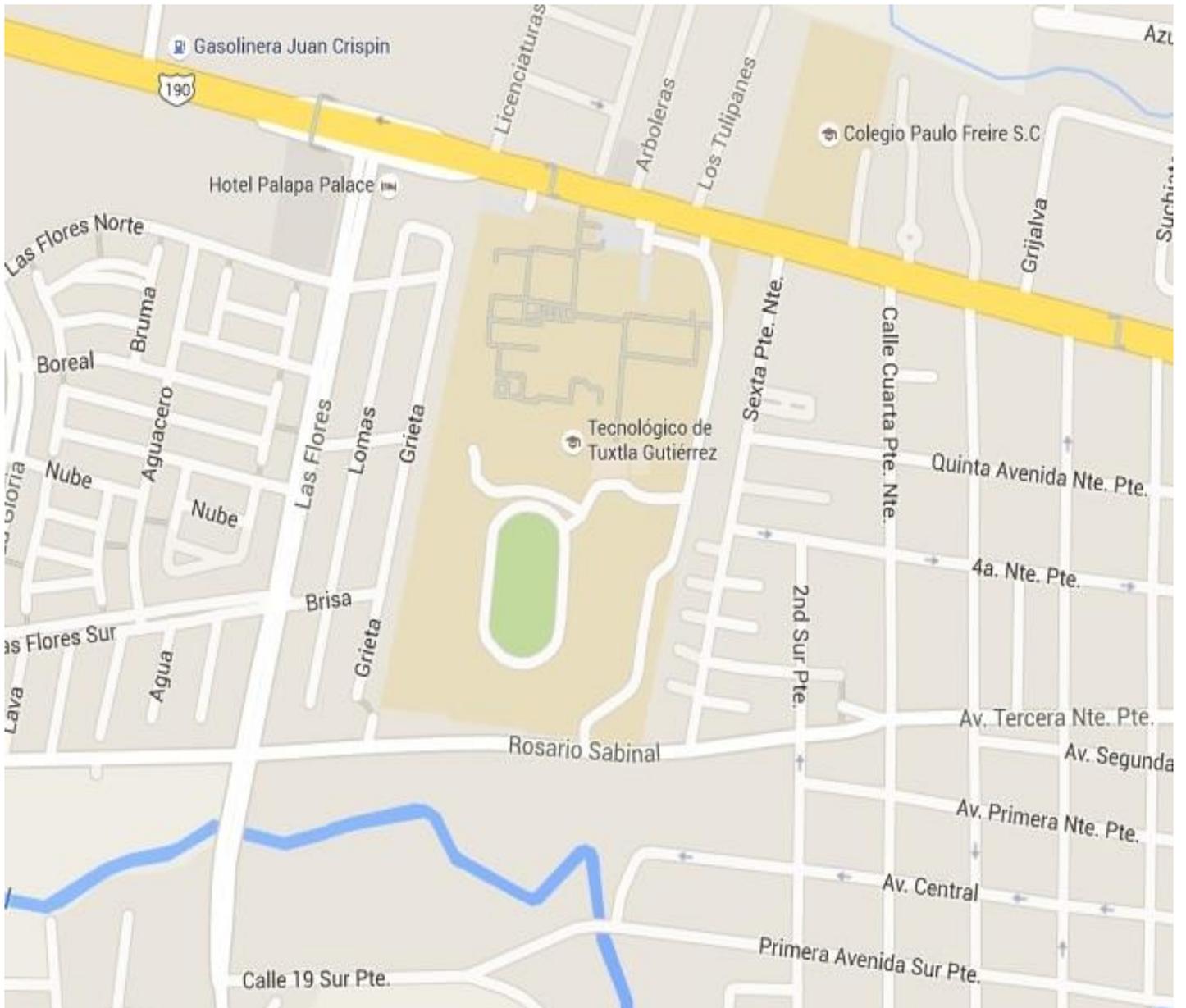
La búsqueda de un desarrollo que permita satisfacer las necesidades básicas y las aspiraciones de bienestar de la población, sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de atender a sus propias necesidades y aspiraciones, se ha integrado a la ideología de nuestra institución para enriquecer las decisiones con visión de futuro.

Nosotros somos congruentes con la misión que hemos diseñado es por ellos que nos hemos ocupado por Educar con Responsabilidad Ambiental, comprometiéndonos con un movimiento interinstitucional que genere la participación de todos los actores del instituto para con el desarrollo sustentable de la entidad.

Entre las principales líneas estratégicas de Educar con Responsabilidad Ambiental se encuentran los Sistemas de Gestión de Calidad, Sistema de Gestión Ambiental, Programas Académicos Acreditados por COPAES y por CONACYT; se trata de transformar conciencias, evolucionar culturas,

sensibilizar a la población y mostrar responsabilidad ante las acciones que realizamos en pro de la conservación de la biodiversidad del planeta.

## Localización



**Organigrama de la Institución (Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez)**

<b>NOMBRE Y CARGO</b>	<b>EXT.</b>	<b>CORREO ELECTRÓNICO @ITTG.EDU.MX</b>
<b>M.E.H. José Luis Méndez Navarro</b> Director del I.T.T.G.	<b>101</b>	director@ittg.edu.mx
<b>MC. José Ángel Zepeda Hernández</b> Subdirector Académico	<b>301</b>	subacadem@ittg.edu.mx
<b>Ing. Rodrigo Ferrer González</b> Subdirector de Planeación y Vinculación	<b>401</b>	subplanea@ittg.edu.mx
<b>C.P. María Elidía Castellanos Morales</b> Subdirectora de Servicios Administrativos	<b>201</b>	subadmon@ittg.edu.mx
Lic. Marcela del Carmen Osorio Gómez <b>Jefa del Depto. de Recursos Materiales y Servicios</b>	<b>202</b>	materiales@ittg.edu.mx
M.C. Galindo Belizario Nango Solís <b>Jefe del Centro de Cómputo</b>	<b>205</b>	computo@ittg.edu.mx
Ing. Lisandro Gutiérrez González <b>Jefe del Depto. de Mantenimiento de Equipo</b>	<b>207</b>	mantto@ittg.edu.mx
M.F. Dalila Brisceyda Cantoral Díaz <b>Jefa del Depto. de Recursos Financieros</b>	<b>209</b>	finanzas@ittg.edu.mx
Lic. María Elisa Jiménez Ramírez	<b>210</b>	humanos@ittg.edu.mx

<b>Jefa del Depto. de Recursos Humanos</b>		
Ing. Juan José Arreola Ordaz <b>Jefe de la División de Estudios Profesionales</b>	<b>303</b>	division@ittg.edu.mx
<b>Coordinación de Inglés</b>	<b>305</b>	
M.C. Roció Farrera Alcázar <b>Enlace Institucional de Transparencia y Representante de la Dirección del Sistema de Gestión de la Calidad del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez</b>	<b>306</b>	sgcittg@ittg.edu.mx
Ing. Gilberto Hernández Cruz <b>Jefe del Depto. de Ciencias Básicas</b>	<b>307</b>	basicas@ittg.edu.mx
Ing. Delina Culebro Farrera <b>Jefa del Depto. de Desarrollo Académico</b> <b>Enlace Institucional de ANFEI</b>	<b>308</b>	desacad@ittg.edu.mx
Ing. Luis Alberto Pérez Lozano <b>Jefe Depto. de Ing. Eléctrica y Electrónica</b> <b>Enlace Institucional de ANUIES y UNIVERSIA</b>	<b>311</b> <b>312</b>	eleyeca@ittg.edu.mx
M.C. Carlos Venturino de Coss Pérez <b>Jefe del Depto. de Ing. Industrial</b>	<b>313</b>	industrial@ittg.edu.mx
Ing. José Manuel Rasgado Bezares <b>Jefe del Depto. de Metal-mecánica</b>	<b>315</b>	mecanica@ittg.edu.mx

Ing. Rene Cuesta Díaz <b>Jefe del Depto. de Ing. Química y Bioquímica</b>	<b>316</b>	quimica@ittg.edu.mx
M.C. Francisco de Jesús Suárez Ruíz <b>Jefe del Depto. de Ingeniería en Sistemas Computacionales</b>	<b>319</b>	sistemas@ittg.edu.mx
M.C. Roberto Cruz Gordillo <b>Jefe del Depto. Económico – Administrativo</b>	<b>320</b>	economico@ittg.edu.mx
Dr. Samuel Enciso Sáenz <b>Jefe de la División de Estudios Investigación y Posgrado</b>	<b>325</b>	posgrado@ittg.edu.mx
M.P.O. Alba Mercedes Mijangos Ocegüera <b>Coordinación General de Educación a Distancia del ITTG</b>	<b>329</b>	distancia@ittg.edu.mx
Ing. Jorge Antonio Orozco Torres <b>Jefe del Depto. de Ingenierías</b>	<b>320</b>	
Ing. Salomón Velasco Bermúdez <b>Jefe del Depto. de Activ. Extraescolares</b>	<b>402</b>	extraescolar@ittg.edu.mx
Lic. René Arjón Castro <b>Jefe del Centro de Información</b>	<b>403</b>	biblioteca@ittg.edu.mx
Dra. Ana Erika Pérez Galindo <b>Jefa del Depto. de Comunicación y Difusión</b>	<b>404</b>	difusion@ittg.edu.mx
Lic. Higinio García Mendoza	<b>405</b>	gestion@ittg.edu.mx

<b>Jefe del Depto. Gestión Tecnológica y Vinculación</b>		
M.C. Lidya Margarita Blanco González <b>Jefa del Depto. de Planeación, Programación y Presupuestación</b>	<b>406</b>	planea@ittg.edu.mx
Ing. Jorge Antonio Mijangos López <b>Jefe del Depto. de Servicios Escolares</b>	<b>407</b>	descolares@ittg.edu.mx

### **Misión, visión, valores**

**Misión:** Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

**Visión:** Ser una institución de excelencia en la educación superior tecnológica del sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

#### **Valores:**

El ser humano

El espíritu de servicio

El liderazgo

El trabajo en equipo

La calidad

El alto desempeño

Respeto al medio ambiente

## **Descripción del área donde se realizó el proyecto**

El “instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez” cuenta con diversas áreas como en toda empresa (dirección general, administración, recursos humanos y financieros, y las respectivas áreas de las diferentes ingenierías ofertadas por el mismo instituto). El área en donde se realizó el proyecto es el departamento de ingeniería eléctrica - electrónica, en dicha área se cuenta con una oficina que se ocupa como sala de juntas de la academia del departamento de ingeniería electrónica, en esta área se contó con el espacio necesario para solucionar, instalar e innovar lo relacionado al proyecto.

En el departamento de ingeniería electrónica se realizó la investigación y elaboración de la estructura de la banda de transporte para el vehículo autónomo, por otra parte en la caseta del laboratorio de electrónica se cuenta con las herramientas para construir y hacer pruebas de funcionamiento e identificar desperfectos.

## **CAPITULO II**

### **2.1.-FUNDAMENTO TEORICO**

**Sensores Fotoeléctricos.-** Un sensor fotoeléctrico o fotocélula es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que percibe la luz generada por el emisor. Todos los diferentes modos de censado se basan en este principio de funcionamiento. Están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas.

Los sensores de luz se usan para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada. Un sensor de luz incluye un transductor fotoeléctrico para convertir la luz a una señal eléctrica y puede incluir electrónica para condicionamiento de la señal, compensación y formateo de la señal de salida.

El sensor de luz más común es el LDR *-Light Dependant Resistor* o Resistor dependiente de la luz. Un LDR es básicamente un resistor que cambia su resistencia cuando cambia la intensidad de la luz. Existen tres tipos de sensores fotoeléctricos, los sensores por barrera de luz, reflexión sobre espejo o reflexión sobre objetos

Está basado en la generación de un haz luminoso por parte de una foto emisor, que se proyecta bien sobre una foto receptor, o bien sobre un dispositivo reflectante. La interrupción o reflexión del haz por parte del objeto a detectar, provoca el cambio de estado de la salida de la fotocélula existen cuatro tipos de sensores fotoeléctricos los cuales se agrupan según el tipo de detección estos son: De barrera, réflex, auto réflex.

**Sensor fotoeléctrico E3S (sensor de barrera).figura2.1.** - Precableado sensor DC Proporciona larga distancia sintiendo objetos tan pequeños como 0,1 mm de posicionamiento de alta precisión. Fácil ajuste de la sensibilidad y el eje óptico con estabilidad y luz indicadores. Hilos seleccionable modo de funcionamiento.



Figura 2.1 sensor fotoeléctrico de barrera.

Tabla 2.1 Característica y especificaciones del sensor fotoeléctrico E3S-5B4

Modelo del sensores fotoeléctrico	Modelo E3S-5B4 EMISOR: E3S-5LB4, RECEPTOR: E3S-5DB4
Distancia de detección	5 M
Objeto detectable estándar	11 mm diámetro min.
Fuente de luz (longitud de onda)	LED infrarrojo (950 nm)
Protección de entrada	NEMA 1, 3, 4X, 6, 12; IEC 144 IP67
Método de detección	A través de haz (barrera)
Voltaje de alimentación	12 V ~ 24 V

Consumo de corriente	50 mA Max. (Emisor: 25 mA Max. Receptor: 25 mA Max.)
Salida de control	Corriente de salida: 1,5 a 4 mA, corriente de carga: 80 mA máx.
Temperatura de funcionamiento	-25 ° C ~ 55 ° C
Tiempo de respuesta	3 ms
Configuración de salida	PNP - Dark-ON / LUZ – seleccionable

### SENSOR INDUCTIVO MODELO: LJ12A3-4-Z BX

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirve para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo. Estos se pueden ver en las figuras 2.2a y 2.2b.

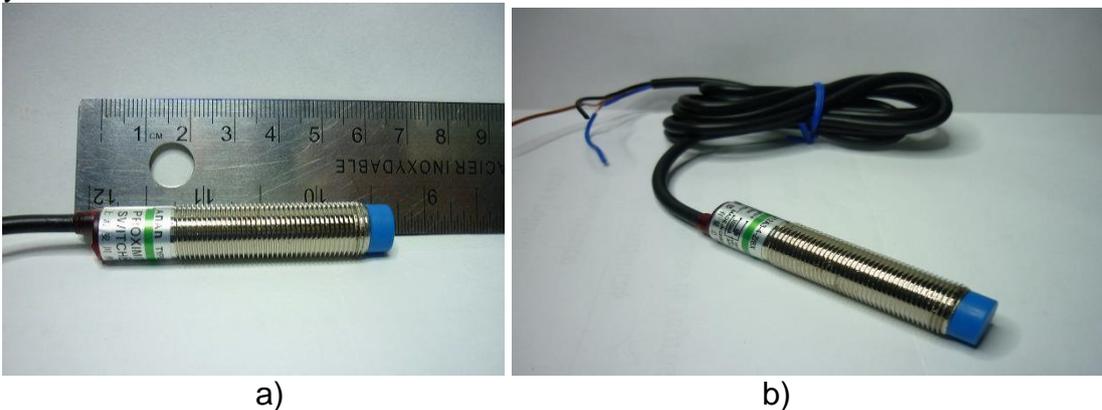


Figura 2.2.a. (sensor inductivo vista lateral) y 2.2.b. (sensor inductivo vista alta.)

Especificaciones:

- Voltaje de alimentación: 10 - 30VDC
- Tipo de conexión: NPN normalmente abierto.
- Cable café: Alimentación
- Corriente máxima de carga: 300mA
- Distancia de detección de 0.28 a 1mm dependiendo del material
- Largo del cable: 1m
- Cable azul: Tierra
- Cable negro: Carga
- Dimensiones del sensor: 12x60mm

**TEREFTALATO DE POLIETILENO.-** El *tereftalato de polietileno*, *politereftalato de etileno*, *polietilentereftalato* o *polietileno tereftalato* (más conocido por sus siglas en inglés PET, *polyethylene terephthalate*) es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles. Químicamente el PET es un polímero que se obtiene mediante una reacción de poli condensación entre el ácido *tereftálico* y el *etilenglicol*. Pertenece al grupo de materiales sintéticos denominados *poliésteres*.

Es un polímero termoplástico lineal, con un alto grado de cristalinidad. Como todos los termoplásticos puede ser procesado mediante extrusión, inyección, inyección y soplado, soplado de preforma y termo conformado. Para evitar el crecimiento excesivo de las *esferulitas* y *lamelas de cristales*, este material debe ser rápidamente enfriado, con esto se logra una mayor transparencia, la razón de su transparencia al enfriarse rápido consiste en que los cristales no alcanzan a desarrollarse completamente y su tamaño no interfiere («*scattering*» en inglés) con la trayectoria de la longitud de onda de la luz visible, de acuerdo con la teoría cuántica.

- **Propiedades.-** Las propiedades físicas del PET figura 2.3 y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases, especialmente en la producción de botellas, bandejas, flejes y láminas.



Figura 2.3 botella de Pet.

Presenta como características más relevantes

- Alta transparencia
- Aunque admite cargas de colorantes
- Alta resistencia al desgaste y corrosión
- Muy buen coeficiente de deslizamiento
- Buena resistencia química y térmica
- Muy buena barrera a CO<sub>2</sub>, aceptable barrera a O<sub>2</sub> y humedad
- Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica
- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.

## **ENVASES METÁLICOS**

De forma genérica, se llama lata a todo envase metálico. La lata es un envase opaco y resistente que resulta adecuado para envasar líquidos y productos en conserva. Los materiales de fabricación más habituales son la hojalata y el aluminio. Ejemplos en las figuras 2.4.a y 2.4.b.

Características:

- Ligereza: espesores de 0,10mm o menos
- Herméticas: protegen del aire, oxígeno y bacterias que pueden contaminar el contenido.
- Protección del contenido: estanqueidad y protección contra la luz
- Rapidez de enfriamiento
- Resistencia a la rotura
- Inviolabilidad: no pueden abrirse sin que se aprecie que ha sido manipulada
- Reciclabilidad: la lata es reciclable tanto por los sectores del acero como del aluminio; sin embargo, a día de hoy la tasa de recogidas es muy inferior a la de otros materiales como el papel y cartón
- Decorable: pueden personalizarse mediante la impresión de litografías



a)



b)

Figura 2.4.a (envase de aluminio parte superior) y 2.4.b. (envases de aluminio aplastados).

El reciclaje del aluminio es un proceso mediante el cual, los desechos de aluminio pueden ser convertidos en otros productos tras su utilidad primaria. Este proceso implica simplemente refundir el metal, lo cual es mucho más barato y consume mucha menos energía que la producción de aluminio a partir de la electrólisis de la alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), la cual primero tiene que extraerse de la mina de bauxita y después ha de refinarse usando el proceso Bayer. Reciclar aluminio desechado requiere solamente el 5% de la energía que se consumiría para producir aluminio de la mina. Por este motivo, aproximadamente el 31% de todo el aluminio producido en los Estados Unidos viene de chatarra reciclada.

## ARDUINO

Es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos. Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language (basado en Wiring) y el Arduino Development Environment (basado en Processing). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo con Flash, Processing, MaxMSP, etc.). Las placas se pueden ensamblar a mano o encargarse pre ensambladas; el software se puede descargar gratuitamente. Los diseños de

referencia del hardware (archivos CAD) están disponibles bajo licencia open-source, por lo que eres libre de adaptarlas a tus necesidades. 28

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas microcontroladoras disponibles para computación física. Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard, y muchas otras ofertas de funcionalidad similar. Todas estas herramientas toman los desordenados detalles de la programación de microcontrolador y la encierran en un paquete fácil de usar. Arduino también simplifica el proceso de trabajo con microcontroladores, pero ofrece algunas ventajas para profesores, estudiantes y aficionados interesados sobre otros sistemas:

- Barato: Las placas arduino son relativamente baratas comparadas con otras plataformas microcontroladoras. La versión menos cara del módulo arduino puede ser ensamblada a mano, e incluso los módulos de arduino pre ensamblados cuestan menos de 50\$.
- Multiplataforma: El software de arduino se ejecuta en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux. La mayoría de los sistemas microcontroladores están limitados a Windows.
- Entorno de programación simple y claro: El entorno de programación de arduino es fácil de usar para principiantes, pero suficientemente flexible para que usuarios avanzados puedan aprovecharlo también. Para profesores, está convenientemente basado en el entorno de programación processing, de manera que estudiantes aprendiendo a programar en ese entorno estarán familiarizados con el aspecto y la imagen de arduino.
- Código abierto y software extensible: El software arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual está basado. De forma similar, puedes añadir código AVR-C directamente en tus programas arduino si quieres.
- Código abierto y hardware extensible: El arduino está basado en microcontroladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel. Los planos para

los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión de la placa del módulo para entender cómo funciona y ahorrar dinero. Ejemplo del Arduino UNO figura 2.5.

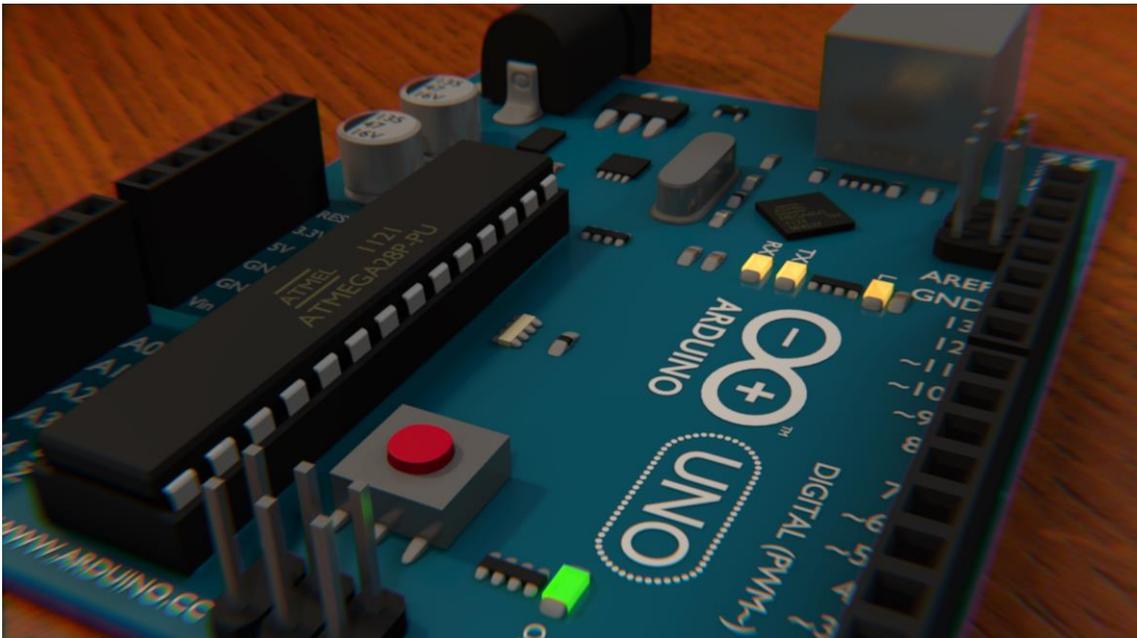


Figura 2.5 ejemplo de la tarjeta Arduino UNO.

### **MODULO BLUETOOTH HC-05**

El módulo de bluetooth HC-05 figura 2.6 es el que ofrece una mejor relación de precio y características, ya que es un módulo Maestro-Esclavo, quiere decir que además de recibir conexiones desde una PC o tablet, también es capaz de generar conexiones hacia otros dispositivos bluetooth. Esto nos permite por ejemplo, conectar dos módulos de bluetooth y formar una conexión punto a punto para transmitir datos entre dos microcontroladores o dispositivos. En otro artículo posterior veremos cómo configurar dos módulos HC-05 para que se enlacen entre ellos y podamos transmitir información de un punto a otro.

El HC-05 tiene un **modo de comandos AT** que debe activarse mediante un estado **alto en el PIN34** mientras se enciende (o se resetea) el módulo. En

las versiones para protoboard este pin viene marcado como “**Key**”. Una vez que estamos en el modo de comandos AT, podemos configurar el módulo bluetooth y cambiar parámetros como el nombre del dispositivo, password, modo maestro/esclavo, etc.

Conexión básica con Arduino.

Las conexiones para realizar con arduino son bastante sencillas. Solamente requerimos colocar como mínimo la alimentación y conectar los pines de transmisión y recepción serial (TX y RX). Hay que recordar que en este caso los pines se debe conectar cruzados TX Bluetooth -> RX de Arduino y RX Bluetooth -> TX de Arduino. La figura 2.7 muestra las conexiones básicas para que funcione el módulo.

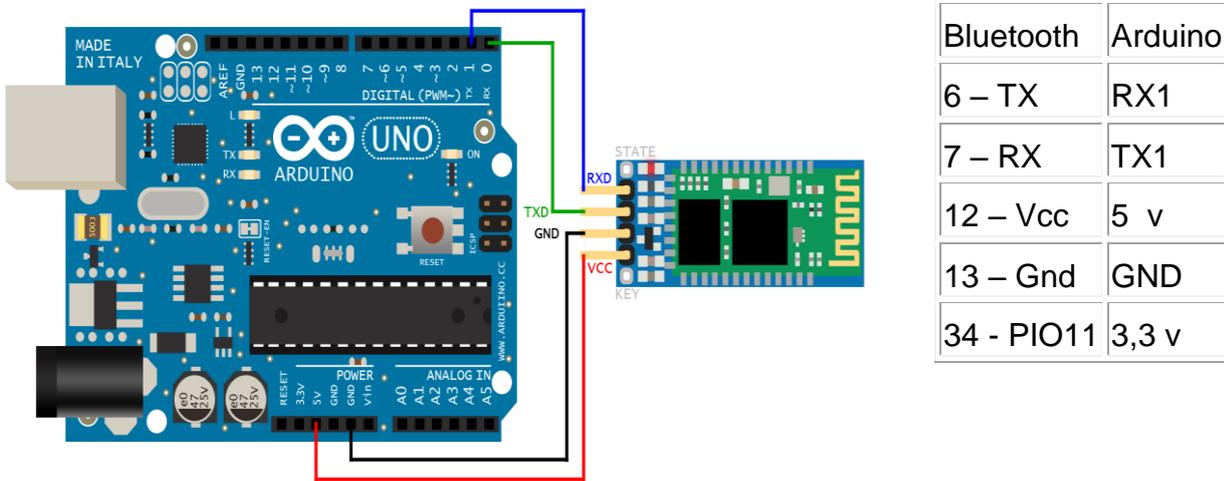


Figura 2.7 conexión del módulo bluetooth con arduino



Figura 2.6 modulo bluetooth HC-05.

## APP INVENTOR

Google App Inventor es una plataforma 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. Figura 2.8. 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

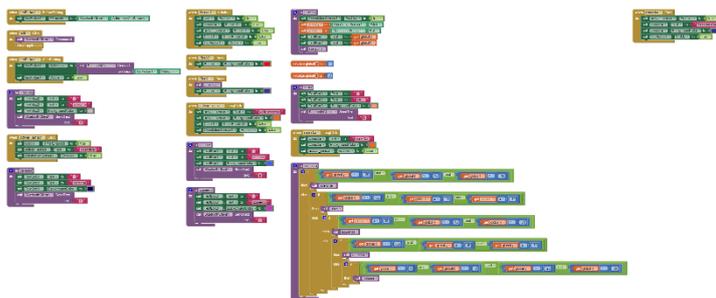


Figura 2.8 esquema de compilación de bloques del App Inventor.

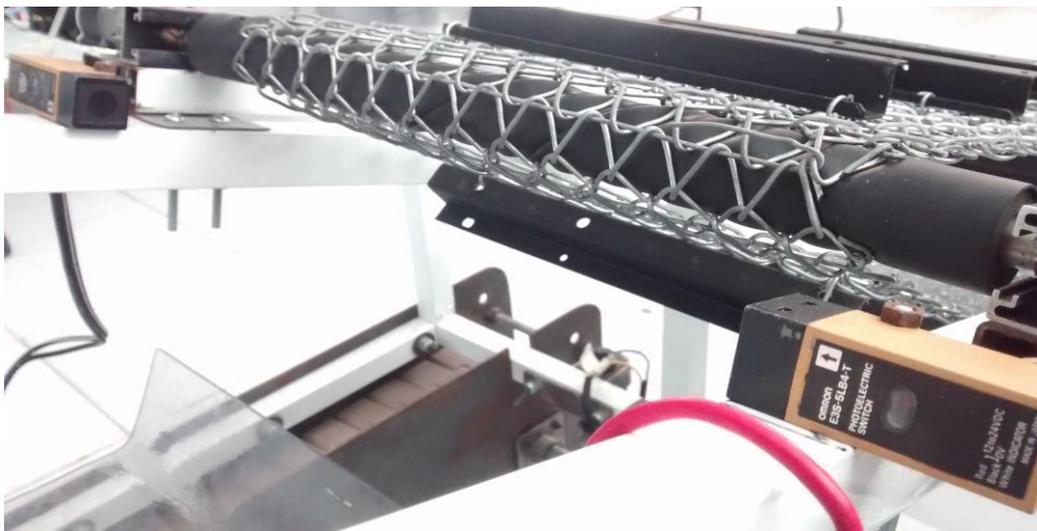
App Inventor pueden tener su primera aplicación en funcionamiento en una hora o menos, y se pueden programar aplicaciones más complejas en mucho menos tiempo que con los lenguajes más tradicionales, basados en texto. Inicialmente desarrollado por el profesor Hal Abelson y un equipo de Google Educación, mientras que Hal pasaba un año sabático en Google, App Inventor se ejecuta como un servicio Web administrado por personal del Centro del MIT para el aprendizaje móvil –una colaboración de MIT de Ciencia Computacional e Inteligencia Artificial de laboratorio (CSAIL) y el Laboratorio de Medios del MIT–. Inventor MIT App es compatible con una comunidad mundial de casi dos millones de usuarios que representan a 195 países en todo el mundo. Más de 85 mil usuarios semanales activos de la herramienta han construido más de 4,7 millones de aplicaciones de Android. Una herramienta de código abierto que pretende realizar la programación y la creación de aplicaciones accesibles a una amplia gama de audiencias.

## CAPITULO III

### 3.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

#### 3.1.1 Diseñar y adaptar el sistema de separación.

Se diseña el sistema de separación, con el fin de poder adaptarlo al vehículo autónomo el cual promedio de una banda suministra los materiales a separar, los cuales son las botellas de Pet o Vidrio y latas de aluminio. Para el caso de detectar los objetos que la banda nos suministra se utilizó el sensor óptico de tipo barrera E3S-5B4 de omron que se muestra en la figura 3.1. Que consta de un trasmisor y un receptor.



a)



b)

Figura 3.1.a. Muestra el transmisor de el sensor infrarrojo, alineado con

Este sensor detecta la presencia de objetos. El haz de luz emitido por este sensor si es interrumpido detecta que un objeto ha sido suministrado desde la banda para separarse, el cual envía una señal a la tarjeta controladora (arduino UNO).

Esta señal que el sensor Reflectivo envía a la placa arduino es comparada con otra señal la cual es del sensor inductivo que si el objeto suministrado por la banda es de un material metálico en este caso las latas de aluminio, el sensor envía una señal la cual la tarjeta Arduino UNO, la lee y compara con la señal del sensor reflexivo.

El sensor inductivo es el, **LJ12A3-4-Z BX** que se muestra en la figura 3.2, el cual por medio de las corrientes eléctricas en el sensor inductivo crean un campo magnético, o un campo de fuerza creado por un objeto magnético. El campo magnético colapsa, creando una corriente cuando se le agrega una entrada de electricidad. La presencia de metal, ya que el metal es un inductor comparativamente fuerte, aumenta el flujo de corriente dentro del circuito inductivo. Esto cambio en la corriente es detectado por el sistema de circuitos, que luego puede enviar una señal apropiada cuando siente un objeto metálico.

Los sensores de proximidad inductivos contienen un devanado interno. Cuando un metal es acercado al campo magnético generado por el sensor de proximidad, éste es detectado.

Este sensor está ubicado sobre una plataforma donde caen los objetos suministrados y es censado, en esta plataforma es controlada por medio de un servo motor MG995 que se muestra en la figura 3.3.a y la plataforma en la cual se separan los objetos se puede ver en la figura 3.3.b. El cual controlado por medio de la tarjeta Arduino UNO donde dependiendo si es un objeto metálico el servomotor cambiara de posición la plataforma depositando así en uno de los contenedores del vehículo las latas de aluminio, en dado caso que no fueran latas de aluminio y sean de Pet, o vidrio el servomotor se moverá en sentido contrario a cuando se depositaron las latas de aluminio, depositándolas en otro contenedor.



Figura 3.3.a servomotor MG995

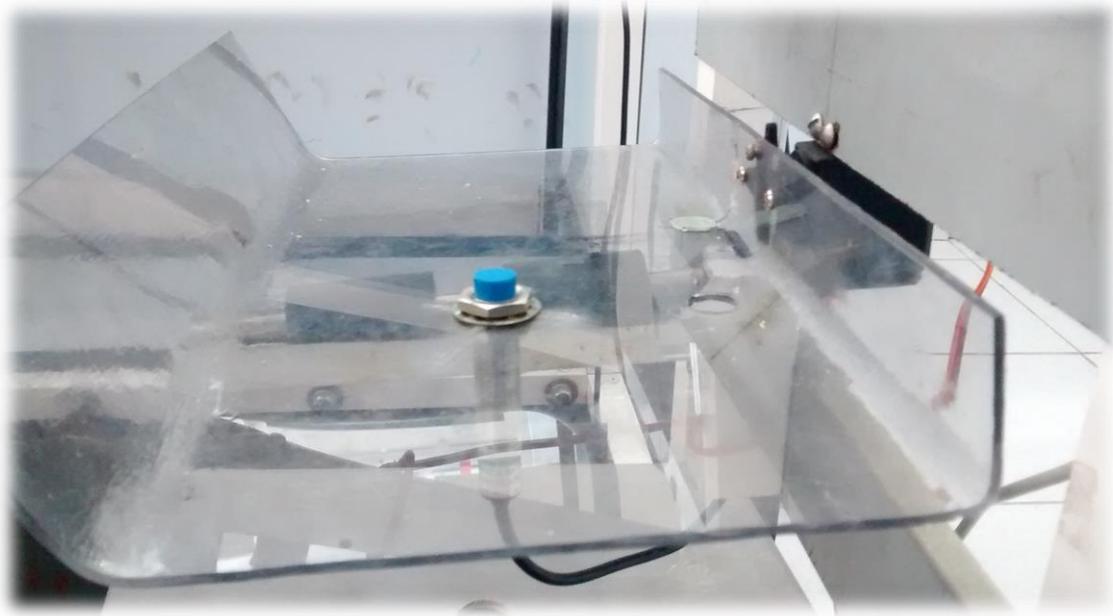


Figura 3.3.b plataforma de separación de objetos, está montada sobre el servomotor MG995, en la misma se observa el sensor inductivo,

Cuando la placa arduino determina que un objeto es suministrado por la banda, determina que se detenga el suministro de más objetos para que el censado sea preciso. Dado a que se separe la banda retorna el suministro de objetos.

### **3.1.2 PRUEBAS Y CORRECCIONES: SIMULACIONES**

Se simulan los circuitos para así evitar posibles fallas o comportamientos inadecuados con respecto al funcionamiento de los mismos, para que el momento en que se construyen funcionen como se espera. La figura 3.4.1 muestra la simulación del separador de envases, se utilizó un arduino UNO. Como entradas se tiene dos circuitos divisores de tención donde con ellos se reduce de 12v a 5v para que el Arduino Uno lo pueda leer sin dañar sus entradas esas señales se leen como digital 1 o 0, también un push boton donde se utiliza para que cuando el arduino detecte promedio del algoritmo de medición de los contenedores este se presione para poder volver a recolectar más objetos. Como salida se tiene un servo motor el cual es el que se encarga de separar los objetos el led del pin 13 del Arduino UNO se utiliza como señalador de que uno de los

contenedores o los dos ya están llenos y que el operador vacié el mismo para poder continuar la recolección, el osciloscopio se utilizó para detectar los pulsos PWM para mover los motores que mueven a la banda y las orugas que mueven al vehículo. La terminal virtual. Se utilizó para enviarle los comandos simulando ser el modulo bluetooth. En la figura 3.4.2 se muestra la simulación en tiempo real sobre la tarjeta Arduino UNO señalizados con leds en un protoboart.

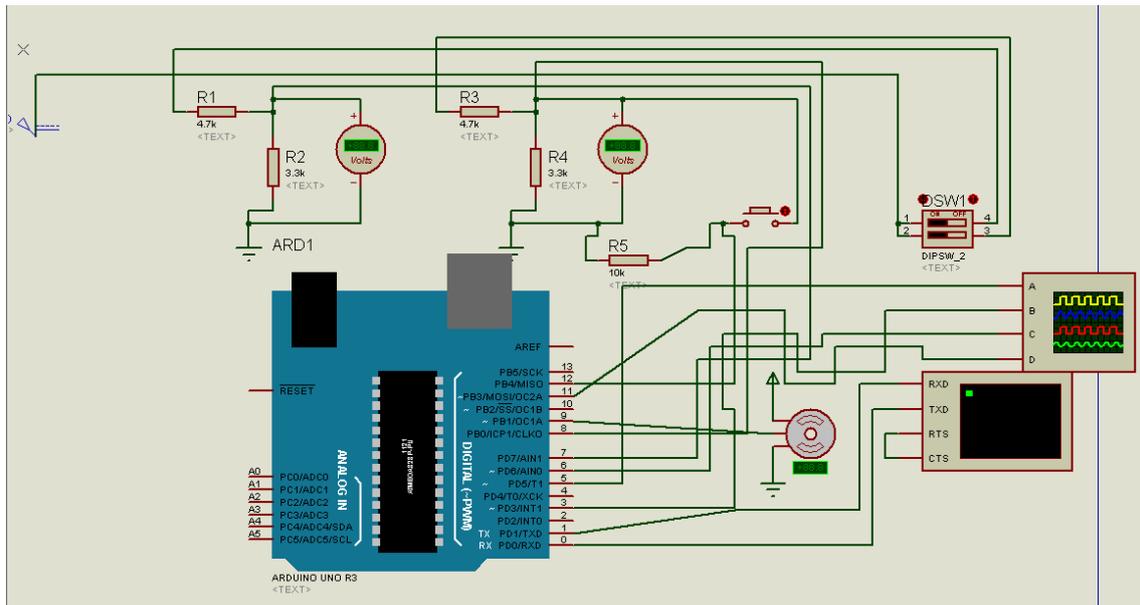


Figura 3.4.1 simulación del sistema de separación.

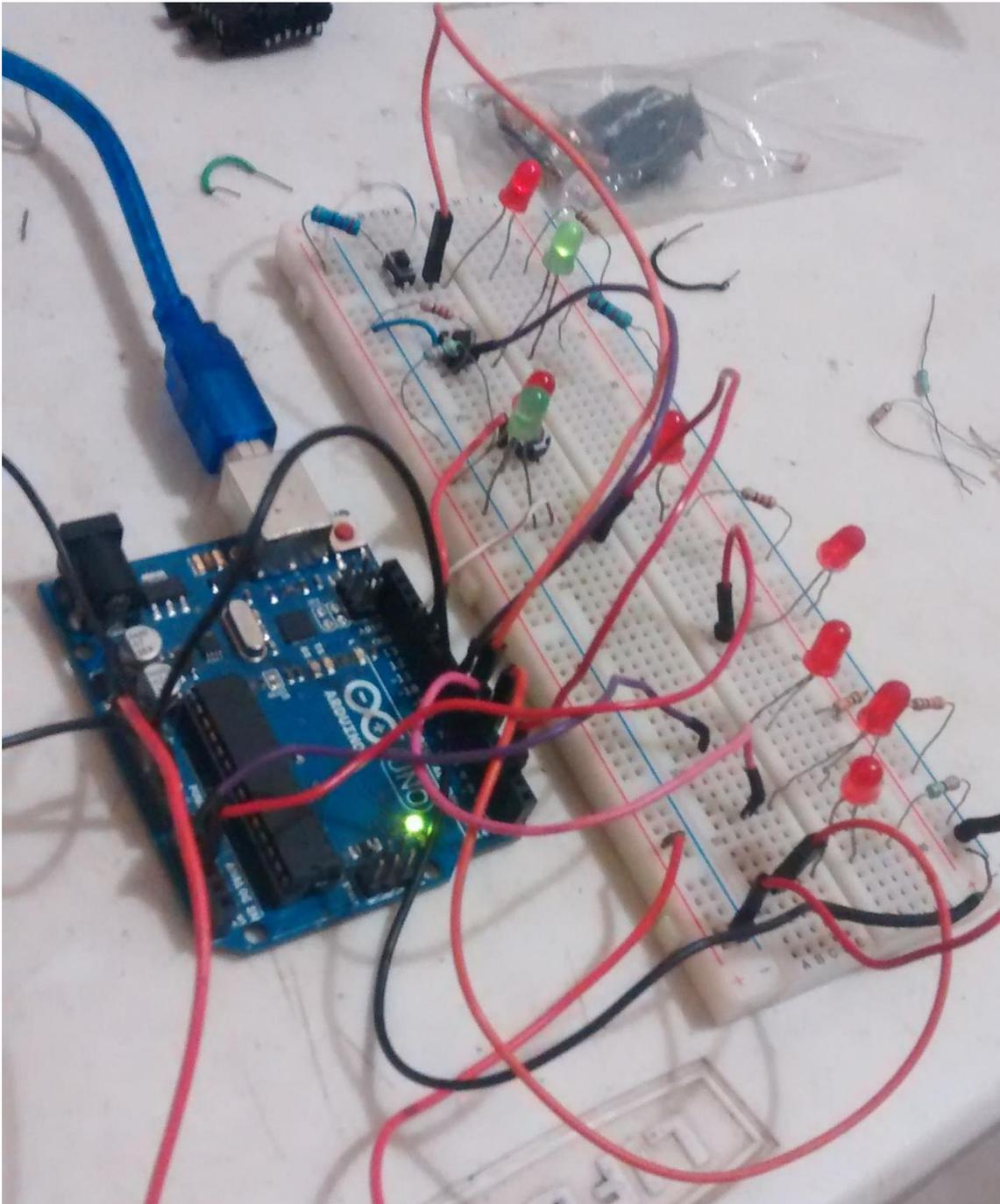


Figura 3.4.2 pruebas físicas en la tarjeta Arduino UNO.

### **3.1.3 Diseñar el sistema de medición de objetos.**

Mediante la misma plataforma del compilador de Arduino se decidió contabilizar la cantidad de objetos que se recolectaban con el fin de aprovechar lo mayor posible el microcontrolador y evitar desperdiciar los materiales en este caso algún tipo de sensor que detectara la entrada de un objeto a uno de los contenedores, dado a que son dos contenedores se necesitarían dos sensores como mínimo para poder medir la cantidad de objetos que tienen cada uno, para evitar este gasto de sensores se programó sobre el mismo código que separaba los materiales contadores con los cuales es más rápido, preciso con lo cual se evitó posibles errores, dado a que si se dañaran los sensores de medición de los contenedores estos podrían mandarle información errónea a la tarjeta Arduino UNO. Dentro del mismo código se puede modificar la capacidad de los contenedores haciendo así fácil aumentar o reducir la capacidad si fuera el caso deseado.

### **3.1.4 Creación de un sistema de control inalámbrico**

Utilizando el compilador App Inventor se creó el programa que de forma inalámbrica controla el vehículo, dado a que este compilador crea una aplicación para los dispositivos con sistema operativo Android, es necesario utilizar cualquier dispositivo que cuente con ese sistema operativo, utilizando el bluetooth que traen los dispositivos se realiza la comunicación serial con el bluetooth HC-05 que está conectado a la tarjeta Arduino UNO.

Se inició programando en App Inventor con la idea de utilizar el giroscopio de los dispositivos para mover el vehículo. El programa se puede ver en la Figura 3.5.a y 3.5.b. Y con unos simples botones para activar la banda que transportaría los objetos, también esos botones habilitan el proceso de censado y separación de los objetos.

Después de varias pruebas se llegó a la conclusión de que por comodidad del usuario es mejor no utilizar el control con el giroscopio ya que llega a causar molestias en la mano o manos que manejen el dispositivo. Con lo cual se cambió el código a la utilización de los botones para mover al vehículo de igual forma, pero con más comodidad. El código se muestra en la figura 3.6. y en la figura 3.7 se muestra la ventana donde cuando se inicia la app en cualquier dispositivo se puede visualizar con cada botón indicando la dirección que tomara el vehículo,

también así como los botones para activar el banda, en dado caso de que se atore puede con otro botón habilitar la reversa para así desatorar o en caso de que dese detenerla hay un botón para apagar la banda estos se muestran en la figura 3.8.

```

when activar_sensor.Click
do
set Clock1.TimerEnabled to true
set activar_sensor.Text to "desactivar"
set OrientationSensor.Enabled to false

when activar_sensor.LongClick
do
set activar_sensor.Text to "activar sensor"
set activar_sensor.BackgroundColor to #ff0000
set Clock1.TimerEnabled to false
set OrientationSensor.Enabled to false

to activar
do
set TextBox3.Text to "activar"
set TextBox3.BackgroundColor to #0000ff
call BluetoothClient.SendText
text "activar"

to desactivar
do
set TextBox3.Text to "desactivar"
set TextBox3.BackgroundColor to #ff0000
call BluetoothClient.SendText
text "desactivar"

when Clock1.Timer
do
call proceso
set Button1.BackgroundColor to #ff0000

when conectar.LongClick
do
set conectar.Text to "conectar"
set conectar.BackgroundColor to #0000ff
set activar_sensor.Enabled to false
  
```

a)

```

when conectar.Click
do
set activar_sensor.Enabled to true
set conectar.Text to "desconectar"
set conectar.BackgroundColor to #0000ff
set ListPicker1.Visible to true

to derecha
do
set TextBox3.Text to "derecha"
set TextBox3.BackgroundColor to #0000ff
call BluetoothClient.SendText
text "derecha"

to detener
do
set TextBox3.Text to "detener"
set TextBox3.BackgroundColor to #0000ff
call BluetoothClient.SendText
text "detener"

to izquierda
do
set TextBox3.Text to "izquierda"
set TextBox3.BackgroundColor to #0000ff
call BluetoothClient.SendText
text "izquierda"

when ListPicker1.BeforePicking
do
set ListPicker1.Elements to BluetoothClient.AddressesAndNames

when ListPicker1.AfterPicking
do
set ListPicker1.Selection to call BluetoothClient.Connect
address ListPicker1.Selection
set ListPicker1.Visible to false

to proceso
do
set OrientationSensor.Enabled to true
set global y to OrientationSensor.Pitch
set global t to OrientationSensor.Roll
set TextBox1.Text to get global y
set TextBox2.Text to get global t
call comparar

when salir.Click
do
call BluetoothClient.Disconnect
close application

when Screen.Initialize
do
set salir.Enabled to true
set conectar.Enabled to true
set activar_sensor.Enabled to false
set Clock1.TimerEnabled to false
set ListPicker1.Visible to false

initialize global y to 0
initialize global t to 0
  
```

b)

Figuras 3.5 a y b son las figuras que contienen el código en bloques para la primera aplicación en App Inventor.



Figura 3.6 código para el sistema de control inalámbrico



Figura 3.7 entorno de trabajo en App Inventor y visualización de la ventana que se ve cuando el usuario controla el vehículo.

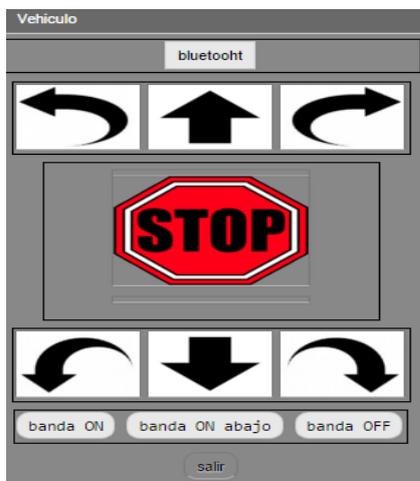


Figura 3.8 imagen de la pantalla de la app en un dispositivo Android

## CAPITULO IV

### 4.1 RESULTADOS

Los resultados de la prueba del sistema de separación fueron exitosos, se logró separar los objetos de metal (aluminio), contra los Pets y vidrio, los sensores tanto el inductivo como el reflexivo no fallaron a la hora de detectar aun con el movimiento que el vehículo genera, se probó tanto en el laboratorio como en el campo en ambos la separación resulto exitosa, previendo que el servo no soportara el peso de algunas botellas se le coloco un apoyo con el cual le permite tanto aligerar la carga que se ejerce sobre el servo y permite girar libremente.

Dado a que en la programación de la tarjeta Arduino UNO se logró controlar el flujo de objetos a separar y se pudo obtener una buena separación.

En la figura 4.1 y 4.2 se muestran como la banda entrega los objetos para que el sensor inductivo los lea y comience compara para separar el material

En las figuras 4.3 y 4.4 se ve como los objetos caen para que el sensor inductivo detecte cuál de ellos es un material metálico.



Figura 4.1 envase de PETs suministrado y cayendo para ser detectados por los sensores reflexivos



Figura 4.2 lata de aluminio suministrado y cayendo para ser detectados por los sensores reflexivos



Figura 4.3 el envase de PET es separado ayudado por el servomotor que se inclina para que este en el contenedor correspondiente.



Figura 4.4 el envase de aluminio es separado ayudado por el servomotor que se inclina para que este en el contenedor correspondiente.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este proyecto de adaptar a la estructura de un vehículo un sistema de separación de materiales fue un poco complicado escoger los objetos adecuados para poder hacer que el sistema funcionara de manera adecuada, investigar los tipos de sensores que se utilizarían en el proceso de separación es la parte que más tiempo llevo tanto investigar y hacer las pruebas en el laboratorio para ver de qué forma detectaban a los materiales dado a que un sensor inductivo era la solución para separar el metal o las latas de aluminio en este caso de las demás pues no presento una investigación larga, pero si la forma de como separar las botellas de plástico (PET) de las de vidrio, se probó al principio con un sensor reflexivo con el cual se podía determinar la opacidad de los materiales siendo la del vidrio mayor a la de los PET, en las pruebas logre detectar entre vidrio o PET con un solo sensor reflexivo, pero para poder diferenciar esos materiales tenían que estar en un ambiente controlado y lo principal que no se movieran mucho, ya que si se cambiaban bruscamente unos centímetros del recorrido el sensor daba datos erróneos, por lo cual no fue viable utilizar ese método de separación puesto que la banda transportadora que se tiene vibra mucho y a un más con el movimiento del vehículo, se optó también por sensores capacitivos con esos sensores si se podían separar entre vidrio y plástico pero esos sensores no se utilizaron por el alto costo que cada uno de ellos representa. Después de investigar se optó por sensores de presión, mas con ellos mismos era muy difícil detectar el objeto dado a que se tenía que caer en un punto exacto para calcular la presión y después leer rápidamente con la tarjeta Arduino UNO y detectar si era PET o vidrio, con lo cual después de que el diseño de la banda quedó fijado en el vehículo se eliminó un espacio de los contenedores dejando solo dos contenedores, así que por tener solo dos espacios se decidió separar prioritariamente las latas de metal de las botellas de PET y vidrio.

En cuanto a la programación tanto en la IDE de Arduino como en App Inventor, me fue fácil programar en la IDE de Arduino dado a que ya con anterioridad trabaje con esa plataforma más si fue dificultoso el dejar muy preciso el programa para que cuando el usuario quisiera realizar un cambio de movimiento al vehículo y que al mismo tiempo la banda estuviera funcionando se pudiese además de que los primeros programas eran muy lentos y tardaba en responder

pero ya en el código final el programa responde y se agilizo su respuesta y se corrigieron los errores que surgían en las primeras pruebas.

En el compilador de App Inventor fue fácil poder programar dado a que es amigable con el usuario por la forma de bloques que tiene a la hora de programar solo hay que investigar para que sirve cada recurso y fácilmente se puede crear programas complejos a un que hay depende de cada dispositivo final el cual no todos tienen los mismos recursos,

Como conclusión el proyecto que se realiza nos sirve para desarrollar habilidades técnicas, teorías y lograr desarrollar el autoaprendizaje para poder aplicarlas en un entorno de trabajo enfocado a la Ingeniería Electrónica.

### **COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS**

- Trabajo en equipo
- Reutilización de materiales en desuso.
- Análisis de problemas
- Creatividad
- Iniciativa
- Tenacidad
- Compromiso
- Habilidad para trabajar de manera autónoma
- Capacidad de generar nuevas ideas
- Destrezas lingüísticas principalmente escrita
- Capacidad crítica y autocrítica
- Capacidad para comunicarse con profesores de otras áreas
- Programación en diversas plataformas
- Creación de funciones
- Aplicación de formulas
- Diseño de circuitos
- Adaptabilidad
- Automotivación

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <http://www.electronicaestudio.com/sensores.htm>
2. <http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-530382779-sensor-inductivo-proximidad-metales-compatible-arduino-pic- JM>
3. <http://www.luisllamas.es/2015/08/salidas-analogicas-pwm-en-arduino/>
4. [http://www.marchantdice.com/worldofcnc/pdf/homeswitch\\_wiring.pdf](http://www.marchantdice.com/worldofcnc/pdf/homeswitch_wiring.pdf)
5. <http://linuxgx.blogspot.mx/2014/07/punteros-en-programas-arduino.html>
6. <http://pt.rs-online.com/web/p/sensores-fotoelectricos/0340982/>
7. <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/528319/OMRON/E3S-5B4.html>
8. <https://www.youtube.com/watch?v=r2gd0zl-uPA>

## **ANEXOS**

### **Código para controlar el vehículo desde la tarjeta Arduino UNO.**

```
int a = 0; int b = 0;

#include <Servo.h>

boolean activacion;

int objeto;

int estado;

int tiempo;

int metal = 0;

int pv = 0;

boolean lleno;

boolean inicio;

boolean vaciar;

Servo myservo;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  Serial.println("Sistema en funcionamiento... dele instrucciones para que Dc
funcione");

  myservo.attach(9);//se selecciono el pin 9 para utilizar el servo.//

  myservo.write(97);//el servo inicia en una pocicion de 90 grados.//

  // control de pwm para los puentes H.//

  pinMode(5, OUTPUT);

  pinMode(6, OUTPUT);//modulacion pwm para oruga derecha//

  pinMode(3, OUTPUT);
```

```
pinMode(11, OUTPUT); //modulacion pwm para oruga izquierda//
pinMode(7, INPUT); //Entrada digital para sensor inductivo.//
pinMode(8, INPUT); //Entrada digital para sensor reflectivo para activar la
banda transportadora con el recolector.//
pinMode(2, OUTPUT);
pinMode(4, OUTPUT); // controlador del puente H para la banda y recolector.//
analogWrite(5, 0);
analogWrite(6, 0); // inician detenidos el sentido de giro por el anchode pulso de
los motores de la oruga derecha.//
analogWrite(3, 0);
analogWrite(11, 0); //inician detenidos el sentido de giro por el anchode pulso
de los motores de la oruga izquierda.//
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(4, LOW); //inician la banda y recolector apagados.//
pinMode(13, OUTPUT); // se utiliza este pin para indicar cuando uno de los
contenedores o dos esten llenos y es necesario descargarlos./7
digitalWrite(13, LOW);
vaciar=false;
activacion = 0;
objeto = 0;
tiempo = 0;
estado = 'l';
lleno = false;
activacion = false;
inicio = false;
a = 0; b = 0;
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
if (Serial.available() > 0) { // lee el bluetooth y almacena en estado//
```

```
    estado = Serial.read();
```

```
    if (estado == 'a') { //enfrente//
```

```
        a = 1; b = 1;
```

```
    }
```

```
    if (estado == 'b') { //izquierda adelante//
```

```
        a = 2; b = 1;
```

```
    }
```

```
    if (estado == 'c') { //parar//
```

```
        a = 0; b = 0;
```

```
    }
```

```
    if (estado == 'd') { //derecha adelante//
```

```
        a = 3; b = 1;
```

```
    }
```

```
    if (estado == 'e') { //reversa//
```

```
        a = 4; b = 1;
```

```
    }
```

```
    if (estado == 'f') { //derecha atras//
```

```
        a = 5; b = 1;
```

```
    }
```

```

if (estado == 'g') { //izquierda atras//

    a = 6; b = 1;

}

if ((estado == 'h') && (lleno == false) ) //banda arriba//

{

    digitalWrite(2, HIGH); //activacion para mover la banda trasportadora y elevar
los objetos//

    digitalWrite(4, LOW);

    activacion = true;

    inicio = true;

    Serial.println("banda arriba");

}

if (estado == 'i') //banda abajo//

{

    digitalWrite(2, LOW); // activacion para mover la banda tranaportadora y
decender los objetos//

    digitalWrite(4, HIGH);

    Serial.println("banda abajo");

}

if (estado == 'j') //banda apagada//

{

    digitalWrite(2, LOW);

    digitalWrite(4, LOW);

    activacion = false;

    inicio = false;

```

```

Serial.println("banda apagada");

}

if(estado=='k'){
    vaciar=true;

}

Serial.print("a = "); Serial.print(a); Serial.print(" b = "); Serial.println(b);

if (a == 0 & b == 0) {// si esto se cumple llamar a la función "parar"//

    parar();

    b = 1;// se cambia el valor de "b" para evitar que se repita la instrucción y así
solo se llame una vez a la función;//

}

if (a == 1 & b == 1) {// si esto se cumple llamar a la función "adelante"//

    adelante();

    b = 0;

}

if (a == 2 & b == 1) {// si esto se cumple llamar a la función "izqadelante"//

    izqadelante();

    b = 0;

}

if (a == 3 & b == 1) {// si esto se cumple llamar a la función "deradelante"//

    deradelante();

    b = 0;

}

```

```

if (a == 4 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "reversa"//
    reversa();
    b = 0;
}

if (a == 5 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "deratras"//
    deratras();
    b = 0;
}

if (a == 6 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "izqatras"//
    izqatras();
    b = 0;
}

Serial.print("a = "); Serial.print(a); Serial.print(" b = "); Serial.println(b);
Serial.print("estado = "); Serial.println(estado);
}

if ((digitalRead(8) == false) && (lleno == false) && (activacion == true))
{
    for (tiempo = 0; tiempo <= 400; tiempo += 1)
    {
        if (((pv >= 30) || (metal >= 35)) && lleno == false) { /* es el algoritmo donde
se indica el conteo de la cantidad de botellas que están en los contenedores si
una de ellas dos alcanza su límite se indicara con luces leds que un contenedor
o los contenedores están llenos y detendrá la banda transportadora impidiendo
que depositen más objetos */

```

```
lleno = true;

activacion = false;

digitalWrite(2, LOW);

digitalWrite(4, LOW);

digitalWrite(13, HIGH);

Serial.print("lleno = ");Serial.println(lleno);

Serial.println("vaciar contenedores");

return;

}
```

```
if (Serial.available() > 0) { // lee el bluetooth y almacena en estado//

    estado = Serial.read();

    if (estado == 'a') { //enfrente//

        a = 1; b = 1;

    }

    if (estado == 'b') { //izquierda adelante//

        a = 2; b = 1;

    }

    if (estado == 'c') { //parar//

        a = 0; b = 0;

    }

    if (estado == 'd') { //derecha adelante//

        a = 3; b = 1;
```

```
}  
  
if (estado == 'e') { //reversa//  
    a = 4; b = 1;  
}  
  
if (estado == 'f') { //derecha atras//  
    a = 5; b = 1;  
}  
  
if (estado == 'g') { //izquierda atrás//  
    a = 6; b = 1;  
}  
  
if (a == 0 & b == 0) { // si esto se cumple llamar a la función "parar"//  
    parar();  
    b = 1;  
}  
  
if (a == 1 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "adelnte"//  
    adelante();  
    b = 0;  
}  
  
if (a == 2 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "izqadelante"//  
    izqadelante();  
    b = 0;  
}  
  
if (a == 3 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "deradelante"//  
    deradelante();  
    b = 0;
```

```

}

if (a == 4 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "reversa"//

  reversa();

  b = 0;

}

if (a == 5 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "deratras"//

  deratras();

  b = 0;

}

if (a == 6 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "izqatras"//

  izqatras();

  b = 0;

}

}

{ /*se detiene la banda para poder hacer una lectura del objeto para tener
mayor control de no tener filtraciones de otros objetos pudiendo ser que la banda
trae más de dos seguidos así se puede asegurar que censara un objeto a la vez*/

  digitalWrite(2, LOW);

  digitalWrite(4, LOW);

}

if (digitalRead(7) == true) {

  metal++;

  myservo.write(180);

```

```
if (Serial.available() > 0) { // lee el bluetooth y almacena en estado//
    estado = Serial.read();

    if (estado == 'a') { //enfrente//
        a = 1; b = 1;
    }

    if (estado == 'b') { //izquierda adelante//
        a = 2; b = 1;
    }

    if (estado == 'c') { //parar//
        a = 0; b = 0;
    }

    if (estado == 'd') { //derecha adelante//
        a = 3; b = 1;
    }

    if (estado == 'e') { //reversa//
        a = 4; b = 1;
    }

    if (estado == 'f') { //derecha atras//
        a = 5; b = 1;
    }

    if (estado == 'g') { //izquierda atras//
        a = 6; b = 1;
    }

    if (a == 0 & b == 0) { // si esto se cumple llamar a la función "parar"//
        parar();
    }
}
```

```
b = 1;
}
if (a == 1 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "adelnte"//
    adelante();
    b = 0;
}
if (a == 2 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "izqadelante"//
    izqadelante();
    b = 0;
}
if (a == 3 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "deradelante"//
    deradelante();
    b = 0;
}
if (a == 4 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "reversa"//
    reversa();
    b = 0;
}
if (a == 5 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "deratras"//
    deratras();
    b = 0;
}
if (a == 6 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "izqatras"//
    izqatras();
    b = 0;
}
```

```

    }
}

Serial.print("contenido de metal = ");

Serial.print(metal);

Serial.print(" ");

Serial.print("contenido de plástico o vidrio = ");

Serial.println(pv);

delay(2000);

myservo.write(97);

delay(20);

digitalWrite(2, HIGH); //activación para mover la banda transportadora y
elevar los objetos//

digitalWrite(4, LOW);

return;

}

Serial.println(tiempo);

if (tiempo == 400) {

    pv++;

    myservo.write(0);

    if (Serial.available() > 0) { // lee el bluetooth y almacena en estado//

        estado = Serial.read();

        if (estado == 'a') { //enfrente//

            a = 1; b = 1;

        }

        if (estado == 'b') { //izquierda adelante//

```

```
a = 2; b = 1;
}
if (estado == 'c') { //parar//
    a = 0; b = 0;
}
if (estado == 'd') { //derecha adelante//
    a = 3; b = 1;
}
if (estado == 'e') { //reversa//
    a = 4; b = 1;
}
if (estado == 'f') { //derecha atrás//
    a = 5; b = 1;
}
if (estado == 'g') { //izquierda atrás//
    a = 6; b = 1;
}
if (a == 0 & b == 0) { // si esto se cumple llamar a la función "parar"//
    parar();
    b = 1;
}
if (a == 1 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "adelnte"//
    adelante();
    b = 0;
}
```

```
if (a == 2 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "izqadelante" //
    izqadelante();
    b = 0;
}

if (a == 3 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "deradelante" //
    deradelante();
    b = 0;
}

if (a == 4 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "reversa" //
    reversa();
    b = 0;
}

if (a == 5 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "deratras" //
    deratras();
    b = 0;
}

if (a == 6 & b == 1) { // si esto se cumple llamar a la función "izqatras" //
    izqatras();
    b = 0;
}

}

Serial.print("contenido de metal = ");

Serial.print(metal);

Serial.print(" ");
```

```

Serial.print("contenido de plástico o vidrio = ");

Serial.println(pv);

delay(2000);

myservo.write(97);

delay(20);

digitalWrite(2, HIGH);//activación para mover la banda trasportadora y
elevar los objetos//

digitalWrite(4, LOW);

return;

}

}

}

if ((vaciar == true) && (inicio == true))

{ activacion = true;

lleno = false;

pv = 0;

metal = 0;

digitalWrite(13, false);

Serial.println("contenedores vacíos comience de nuevo a cargar");

vaciar=false;

return;

}

}

void adelante()

{

```

```

//oruga derecha//
analogWrite(5, 200); //pwm adelante derecha//
analogWrite(6, 0); //pwm atrás derecha//

//oruga izquierda
analogWrite(3, 200); // pwm adelante izquierda//
analogWrite(11, 0); // pwm atrás izquierda//

Serial.println("adelante");
}

void izqadelante()
{
//oruga derecha//
analogWrite(5, 110); //pwm adelante derecha//
analogWrite(6, 0); //pwm atrás derecha//

//oruga izquierda//
analogWrite(3, 200); // pwm adelante izquierda//
analogWrite(11, 0); // pwm atrás izquierda//

Serial.println("izquierda adelante");
}

void parar()
{
//oruga derecha//
analogWrite(5, 0); //pwm adelante derecha//
analogWrite(6, 0); //pwm atrás derecha//

//oruga izquierda//
analogWrite(3, 0); // pwm adelante izquierda//

```

```

analogWrite(11, 0); // pwm atrás izquierda//
Serial.println("parado");
}
void deradelante()
{
//oruga derecha//
analogWrite(5, 200); //pwm adelante derecha//
analogWrite(6, 0); //pwm atrás derecha//
//oruga izquierda//
analogWrite(3, 110); // pwm adelante izquierda//
analogWrite(11, 0); // pwm atrás izquierda//
Serial.println("Derecha adelante");
}
void reversa()
{
//oruga derecha//
analogWrite(5, 0); //pwm adelante derecha//
analogWrite(6, 200); //pwm atrás derecha//
//oruga izquierda//
analogWrite(3, 0); // pwm adelante izquierda//
analogWrite(11, 200); // pwm atrás izquierda//
Serial.println("reversa");
}
void deratras()
{

```

```

//oruga derecha//
analogWrite(5, 0); //pwm adelante derecha//
analogWrite(6, 110); //pwm atrás derecha//

//oruga izquierda//
analogWrite(3, 0); // pwm adelante izquierda//
analogWrite(11, 200); // pwm atrás izquierda//

Serial.println("derecha atrás");
}

void izqatras()
{
//oruga derecha//
analogWrite(5, 0); //pwm adelante derecha//
analogWrite(6, 200); //pwm atrás derecha//

//oruga izquierda//
analogWrite(3, 0); // pwm adelante izquierda//
analogWrite(11, 110); // pwm atrás izquierda//

Serial.println("izquierda atrás");
}

```

### **Instrucciones para manejar el vehículo.**

- 1. Activar el interruptor del vehículo para encender el sistema.**
- 2. Verificar que el modulo bluetooth esté funcionando.**
- 3. Acceder a la app en el dispositivo para vincular con el modulo bluetooth.**
- 4. Seleccionar el nombre del módulo del vehículo.**
- 5. Cuando se realice como éxito el paso anterior desaparecerá de la pantalla de la aplicación el botón de bluettoth lo cual indicara que se conectó con éxito al módulo del vehículo. (en caso de que cuando**

- apriete el botón de bluetooth y no aparezca el nombre del módulo del vehículo, por favor revise si el celular tiene activado el transmisor bluetooth o puede que no se halla vinculado el modulo bluetooth con el dispositivo Android.)
6. Tenga cuidado de no estar muy cerca del vehículo dado que ya está activado el sistema con el simple hecho de apretar un botón puede hacer que se mueva y se puede lastimar se recomienda estar a 2 metros mínimo alejado del vehículo y máximo de 7 metros (dado al alcance del módulo y a la visión del usuario que controla el vehículo.)
  7. Para comenzar a recolectar las botellas debe de presionar el botón de “banda ON” el cual inicializa el movimiento ascendente de la banda y habilita la lectura de los sensores para separar los objetos que la banda recolectara.
  8. El botón de STOP no detiene la banda solo detiene el vehículo cuando va en movimiento, si desea detener la banda pero que el vehículo siga en movimiento es necesario apretar el botón de “banda OFF” el cual detiene la banda.
  9. Si por azares del destino la banda se atorase por algún objeto se puede hacer dos opciones la más recomendada es apagar la banda con el botón antes mencionado y la segunda es utilizando el botón de “banda abajo” el cual invierte el giro de la banda pudiendo así desatorarla (esto es a consideración del usuario).
  10. Si en dado caso no respondiera el vehículo a ningún comando que se le envié aparecerá un error en la pantalla del dispositivo Android, lo cual se arreglará apretando el botón de reset que estará en el vehículo, y será necesario tocar el botón de desconectar en la pantalla del dispositivo Android, y volver a conectarse como antes de que pase ese error. Si no responde a un después de conectarse resetee el vehículo de nuevo y cierre la aplicación del celular y abra la de nuevo así se asegurara que se pueda conectar y responder bien a los comandos que le envié.
  11. La aplicación del vehículo cuenta con un botón que se utiliza para reiniciar el contador de los objetos que puede tener cada contenedor,

**este se debe apretar solo después de que se vacíen los contenedores de otra forma podría sobrecargarse los contenedores,**

- 12. Asegurarse de que la batería este con carga suficiente, es recomendado que después de 7 uso cargar de nuevo la batería, dado a que si su carga es menos los motores de las orugas no tendrán la corriente suficiente para mover toda la estructura del vehículo. (se recomienda cargar la batería de forma lenta para un mayor tiempo de vida útil).**