

SEPARADOR SMART DE RESIDUOS SÓLIDOS

CAICEDO LUIS FERNANDO, MORALES MARÍA PAULA, CASAS SAMIR, PARRA MARTIN.

I. CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA

En estos días de cuarentena que han pasado, se hizo evidente que, primero, muchas familias colombianas viven del reciclaje puerta a puerta, esto quiere decir que son personas que se toman el tiempo de escoger entre las basuras de los demás lo que puede ser útil para un segundo uso y aquello que definitivamente ya no sirve. Segundo, que los colombianos no estamos formados para separar adecuadamente las cosas que ponemos día a día en la basura.

Pero esto no pasa solo en Colombia, según estadísticas del Banco Mundial, en América Latina se generan diariamente al menos 430,000 toneladas de basura. Es decir, cada latinoamericano produce en promedio entre uno y 14 kilogramos (2.2 y 31 libras) de basura al día. [1].

Otro estudio del Banco Interamericano de Desarrollo muestra que en la región no se recicla más **del dos por ciento** del total de residuos.

Si la basura se separara adecuadamente antes de llegar al botadero, se podría reciclar casi el **92 por ciento**. Sin embargo, si los desechos se mezclan, solamente es posible reciclar el **30%**. [2].

II. VISIÓN GLOBAL DE LA SOLUCIÓN

Basados en el problema se propone un sistema automático que sea capaz de separar los desechos según sea su composición sin necesidad de que haya interacción con un humano. El sistema recibirá los productos y por medio de sensores determinará a que caneca irá cada uno de ellos y lo enviará allí según como corresponda.

La clasificación se hará en 3 grupos, los cuales serían: residuos orgánicos, metales y vidrios. Para los desechos orgánicos se hará uso del color café como referencia estándar para tener claridad universal y, que en dado caso cualquier persona pueda saber qué elementos llegan allí.



Imagen 1. Referencia separación de desechos orgánicos.

Para los metales también se seleccionará el color universalmente utilizado, el amarillo.



Imagen 2. Referencia separación de metales.

Por último, para la separación de los vidrios también se hará uso del sistema internacional de colores asignado, el verde.



Imagen 3. Referencia separación de vidrios.

III. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema autónomo y adaptable al entorno que se requiera, que sea capaz de separar en 3 clasificaciones diferentes los residuos sólidos garantizando más de un 90% de eficiencia.

IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseño de un sistema de tamaño medio que se pueda desplazar con facilidad y permita su ubicación en diferentes puntos del entorno en el que se necesite.

Sistema de carga que dure aproximadamente 48 horas seguidas sin necesidad de ser conectado a la corriente.

Utilización de hardware y componentes electrónicos para garantizar la correcta clasificación de los residuos y obtener así un 90% de eficiencia.

V. DETALLES TÉCNICOS.

La separación de los desechos se hará por medio de sensores que ayudarán a la identificación de cada tipo de material. Se usará un sensor inductivo ya que estos son capaces de detectar cualquier tipo de metal como el aluminio, para los desechos orgánicos utilizaremos la

lógica de “si no es de ninguna de las anteriores es de esta” y así se hará la separación de ellos.

El sistema contará con 3 contenedores dentro para la clasificación (café, amarillo y verde) se pretende agregar el contenedor azul pero todavía se estudia la forma correcta de separar los papeles y el cartón del resto de los desechos. En la siguiente ilustración se muestra la parte interna vista de frente del dispositivo.

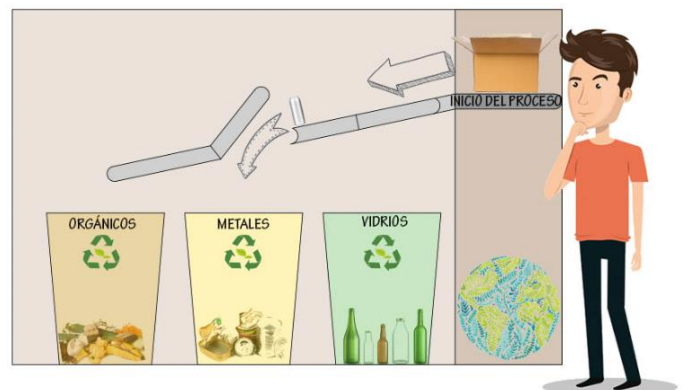


Ilustración 1. Vista interna del sistema visto de frente.

En la ilustración se observan los 3 contenedores con una rampa que va encima de ellos. Esta conecta el orificio A (ver ilustración 2) con cada una de las canecas. La rampa contará con 2 servomotores (ver ilustración 3) que serán activados según el sensor que se encienda en el momento de hacer contacto con el objeto puesto en el sistema.

En la vista externa se muestra el orificio A que es por donde el usuario ingresa el objeto del que se quiere deshacer y esta toca de inmediato la rampa que se acciona según el sensor que lo identifique. En este prototipo se muestra una vista con acrílico que permite al usuario observar el momento en el que el objeto cae dentro de cada una de las canecas, sin embargo, se cree que esto no quedará puesto en el producto final.



Ilustración 2. Vista externa del sistema visto de frente.

Los elementos identificados con la letra M son los servomotores que se utilizarán para permitir la apertura de la rampa en cada contenedor.

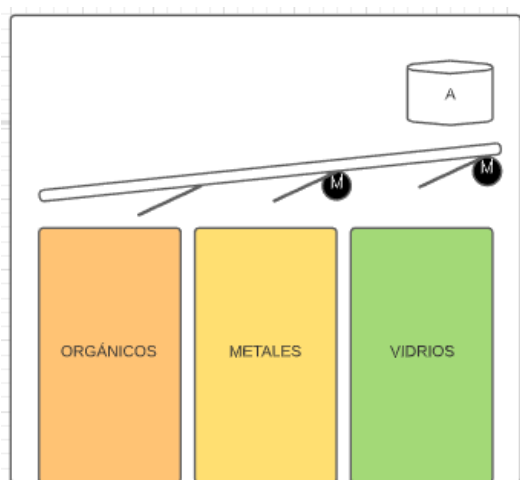


Ilustración 3. Vista interna del sistema visto de frente.

Para que el usuario sepa el nivel de carga del sistema se implementará un medidor de carga de 3 celdas que permitirá de manera gráfica la información suficiente para definir si es momento de conectar el Separador a una fuente de corriente.

VI. COMPONENTES A UTILIZAR

Para el desarrollo del sistema se creó el siguiente diagrama de bloques organizando por módulos las etapas.

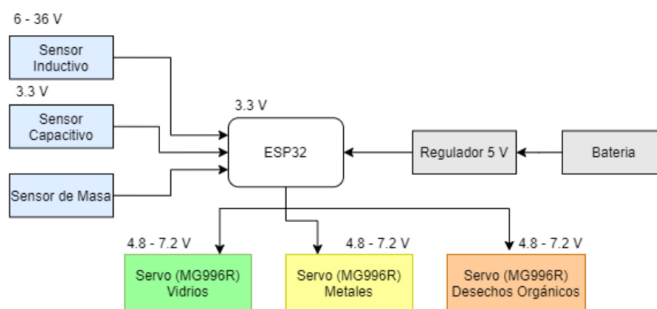


Diagrama 1. Diagrama de bloques.

Nota: Para observar mejor se recomienda ir a los anexos, es el anexo 1.

Basados en el diagrama de bloques anterior se dispone la lista de los componentes a usar en el desarrollo del producto, así:

- **Tarjeta de desarrollo ESP32:** Placa de desarrollo perfecta para prototipar rápidamente proyectos IoT con la plataforma ESP32. Posee conectividad WiFi y Bluetooth, además de un poderoso CPU de doble núcleo Tensilica Xtensa LX6.



Imagen 4. Tarjeta de desarrollo ESP32.

- **Sensores:** Un sensor es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.
- **Inductivo LJ12A3-4-Z:** El sensor de proximidad inductivo LJ12A3-4-Z/BY (PNP) permite detectar objetos metálicos en un rango máximo de 4 mm. Sirve en todo tipo de sistemas digitales como Arduino, Pícs o PLCs. Solo es necesario conectar la salida del sensor a una entrada digital del microcontrolador.



Imagen 5. Sensor inductivo LJ12A3-4-Z.

- **Capacitivo CM18-3008:** Consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector.



Imagen 6. Sensor Capacitivo CM18-3008.

- **De masa SEN0160:** Sensor de peso tipo celda de carga, capaz de censar hasta 1 kilogramo. Este kit integra un circuito integrado HX711 un conversor análogo-digital de 24 bits cuyo diseño es especializado para aplicaciones de control industrial.

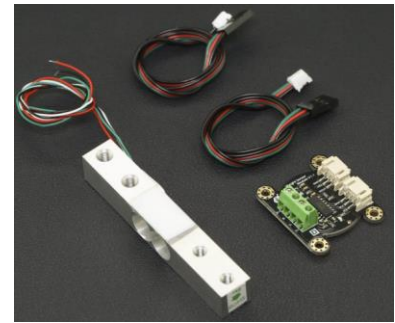


Imagen 7. Sensor de masa SEN0160.

- **Servomotores MG996R:** Es de alto torque cuenta con engranajes metálicos que resultan en un peso extra de 10 kg Par de paro en un pequeño paquete. El MG996R es esencialmente una versión actualizada del Famoso servo MG995, y características mejoradas a prueba de golpes y un PCB diseñado e IC.



Imagen 8. Servomotor MG996R.

- **Batería:** Teniendo en cuenta la infinidad de baterías que se encuentran en el mercado se opta por hacer una comparación entre ellas para poder escoger la que mejor se ajuste a los requerimientos del sistema.

Tipo de baterías recargables	Energía (Wh/kg)	Energía/volumen (Wh/l)	Potencia/Peso (W/Kg)	Número de ciclos	Eficiencia energética %
Zebra (NaNiCl)	125	300		1.000	92,5
Polímero de litio	200	300	>3000	1.000	90,0
Iones de litio	125	270	1.800	1.000	90,0
Níquel hidruro-metálico (NiMH)	70	140-300	250-1.000	1.350	70,0
Níquel cadmio (NiCd)	60	50-150	150	1.350	72,5
Plomo ácido	40	60-75	180	500	82,5

Tabla 2. Comparación de baterías.

NOTA: Observar mejor la tabla en anexo 3.

Se escoge una batería de Plomo ácido que entre sus principales características cuenta con: Una batería de arranque de 12 V, contiene seis celdas individualmente

separadas y conectadas en serie, en una caja de polipropileno. Cada celda contiene un elemento (bloque de celdas) que está compuesto de un bloque de placas positivas y negativas. Sus dimensiones son:

	Mínimo	Máximo
Altura mm	97,5	174
Largo mm	151	350
Ancho mm	65	166
Peso kg	2,65	22,8

Tabla 3. Dimensiones baterías de Plomo ácido.

Por otro lado la batería físicamente por fuera se ve así:



Imagen 9. Batería : Plomo ácido.

VII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Para el manejo adecuado del tiempo y cumplir así los límites de realización asignados se optó por crear un documento en Project 2013 donde se delimiten las actividades por días y se vayan relacionando entre ellas según corresponda. En los anexos se podrá observar la relación de las actividades por tiempos específicos y en la carpeta adjunta a este documento se encontrará el archivo en formato Project.

VIII. EXCEL DE PRECIOS

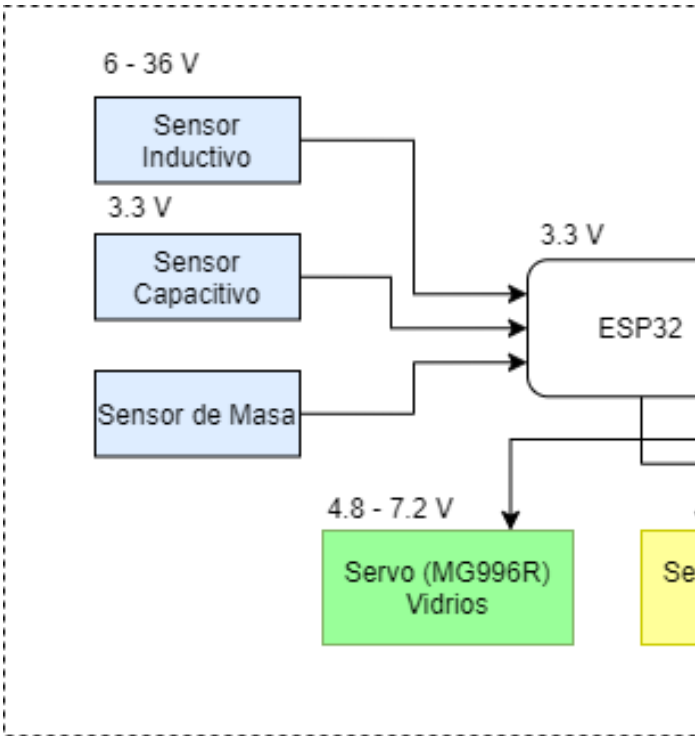
De acuerdo con la descripción anteriormente mencionada se obtiene un listado de componentes para la ejecución del Separador Smart de Residuos Sólidos, componentes que pueden variar según la forma en la que se pueda mejorar uno de los procesos de separación de residuos.

Los materiales listados y organizados con sus respectivos datasheets, precios, características y links de compra se encuentran en la tabla 1, para verla mejor se recomienda dirigirse a los anexos, es el **anexo #2**.

Componente	Referencia	Datasheet	Link de compra	Cantidad	Costo por Unidad	Costo Total
Sensor de Masa	SEN0160	https://www.sigmaelectronics.net/wp-content/uploads/2018/08/sensor-de-peso-SEN0160.pdf	https://www.sigmaelectronics.net/producto/sen0160/	1	\$ 81.515,00	\$ 81.515,00
Sensor Inductivo	LI12A3-4-2	https://arduino.us/docs/prod142b-homeswitch_wiring.pdf	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-470298586-sensor-inductivo-sensor-circumduct-https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-463304901-sensor-de-proximidad-capacitivo-on18-3008-https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-534786137-servomotor-mg996-robotica-para-arduino-pic-v-raspberry-pi-	1	\$ 14.900,00	\$ 14.900,00
Sensor Capacitivo	CM18-3008 NA	https://www.sigmaelectronics.net/wp-content/uploads/2017/06/datasheet-https://www.electronicshelpline.com/datasheet/3609968_Tower-Pro.pdf	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-463304901-sensor-de-proximidad-capacitivo-on18-3008-https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-534786137-servomotor-mg996-robotica-para-arduino-pic-v-raspberry-pi-	1	\$ 58.000,00	\$ 58.000,00
Servomotores	MG996R	https://www.electronicshelpline.com/datasheet/3609968_Tower-Pro.pdf	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-534786137-servomotor-mg996-robotica-para-arduino-pic-v-raspberry-pi-	4	\$ 19.900,00	\$ 79.600,00
Tarjeta ESP32	ESP32-WROOM-32	https://www.naylampmechanics.com/img/cms/esp32/esp32-Pinout.jpg	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-463304901-sensor-de-proximidad-capacitivo-on18-3008-https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-534786137-servomotor-mg996-robotica-para-arduino-pic-v-raspberry-pi-	1	\$ 35.000,00	\$ 35.000,00
Bateria	Plomo ácido	https://spanish.anoaea.com/producto/detail/gel-lead-acid-solar-battery-storage-energy-12v-100ah-150ah-lead-acid-battery-	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-534786137-servomotor-mg996-robotica-para-arduino-pic-v-raspberry-pi-	1	\$ 54.000,00	\$ 54.000,00
Total						\$ 323.015,00

Tabla 1. Listado de precios por componentes.

IX. ANEXOS



Anexo 1. Diagrama 1. Diagrama de bloques general del sistema.

Componente	Referencia	Datasheet
Sensor de Masa	SEN0160	https://www.sigmaelectronica.net/wp-content/uploads/2018/08/sensor-de-peso-SEN0160.pdf
Sensor Inductivo	LI12A3-4-Z	https://arduino.ua/docs/prod1426-homeswitch_wiring.pdf
Sensor Capacitivo	CM18-3008 NA	https://www.sigmaelectronica.net/wp-content/uploads/2017/06/dataheet
Servomotores	MG996R	https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG996R_Tower-Pro.pdf
Tarjeta ESP32	ESP32-NODEMCU-32	https://www.naylampmechatronics.com/img/cms/ESP32/ESP32-Pinout.jpg
Bateria	Plomo ácido	https://spanish.alibaba.com/product-detail/gel-lead-acid-solar-battery-storage-energy-12v-100ah-150ah-lead-acid-batteries
		Total

Anexo 2. Tabla. Listado de precios por componentes.

Tipo de baterías recargables	Energía (Wh/kg)	Energía/volumen (Wh/l)
Zebra (NaNiCl)	125	300
Polimero de litio	200	300
Iones de litio	125	270
Niquel hidruro-metalico (NiMH)	70	140-300
Niquel cadmio (NiCd)	60	50-150
Plomo acido	40	60-75

Anexo 3. Tabla 2. Comparación de tipos de baterías.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
INICIO FASE I	0 días	mar 4/08/20	mar 4/08/20	
DEFINICIÓN DE PROYECTO FASE I	20 días	mar 4/08/20	lun 31/08/20	1
Lluvia de ideas	2 días	mar 4/08/20	mié 5/08/20	
Preamble de ideas	2 días	jue 6/08/20	vie 7/08/20	3
Filtrado inicial	2 días	lun 10/08/20	mar 11/08/20	4
Presentación inicial	2 días	mié 12/08/20	jue 13/08/20	5
Filtrado Secundario	3 días	vie 14/08/20	mar 18/08/20	6
Descripción y presentación idea seleccionada	2 días	mié 19/08/20	jue 20/08/20	7
Bosquejo idea	1 día	jue 20/08/20	jue 20/08/20	7

Anexo 4. Project por etapas de gestión de actividades. Fase I.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
Desarrollo de la idea	6 días	jue 20/08/20	jue 27/08/20	
Encuesta	2 días	vie 21/08/20	lun 24/08/20	8
Análisis de resultados	2 días	mar 25/08/20	mié 26/08/20	11
Análisis de negocio	1 día	jue 27/08/20	jue 27/08/20	12
Presentación final FASE I	1 día	vie 28/08/20	vie 28/08/20	13;12
FIN FASE I	0 días	vie 28/08/20	vie 28/08/20	14
INICIO FASE II	0 días	lun 31/08/20	lun 31/08/20	

Anexo 5. Project por etapas de gestión de actividades. Fase I.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
➤ DETALLES TÉCNICOS FASE II	17 días	lun 31/08/20	mar 22/09/20	16
Diagrama de bloques	2 días	mié 2/09/20	jue 3/09/20	
Revisión de definición por etapas	1 día	vie 4/09/20	vie 4/09/20	18
Definición y costos de componentes y materiales	2 días	lun 7/09/20	mar 8/09/20	19
Presentación Inicial Fase II	1 día	jue 10/09/20	jue 10/09/20	20
Simulación estructural por fuera	1 día	vie 11/09/20	vie 11/09/20	21
Creación de esquemáticos. Regulador	2 días	lun 14/09/20	mar 15/09/20	22

Creación de esquemáticos. Regulador	2 días	lun 14/09/20	mar 15/09/20	22
Presentación 2da Fase II	1 día	mié 16/09/20	mié 16/09/20	23
➤ Correcciones Organización de Actividades	3 días	mié 16/09/20	vie 18/09/20	24
Revisión de esquemáticos.	1 día	mié 16/09/20	mié 16/09/20	
Cambio de batería + actualización del documento	1 día	jue 17/09/20	jue 17/09/20	26
Presentación 3ra Fase II	1 día	jue 17/09/20	jue 17/09/20	26
Presentación 3ra Fase II (POSPUESTA)	1 día	mar 22/09/20	mar 22/09/20	

Presentación 3ra Fase II (POSPUESTA)	1 día	mar 22/09/20	mar 22/09/20	
➤ Fabricación y ensamblaje	38 días	mié 23/09/20	vie 13/11/20	29
Diseño por etapas de esquemáticos	2 días	mié 23/09/20	jue 24/09/20	
Simulación 3D dispositivo completo	1 día	vie 25/09/20	vie 25/09/20	31
Definición de tamaños para construcción de la base física	1 día?	lun 28/09/20	lun 28/09/20	32
Creación PCB por módulos	4 días	mar 29/09/20	vie 2/10/20	33
Presentación 1ra Fase III	1 día	mar 6/10/20	mar 6/10/20	
Correcciones	2 días	mié 7/10/20	jue 8/10/20	35

