

# Diseño e implementación de un robot móvil para la recolección de desperdicios en la playa

Alonso Alfaro Camahuali  
Escuela profesional de Ing.  
Mecatrónica  
Universidad Ricardo Palma  
Lima, Peru  
[alonsoalfaro18@gmail.com](mailto:alonsoalfaro18@gmail.com)

Cesar Seminario Silva  
Escuela Profesional de Ing.  
Mecatrónica  
Unirversidad Ricardo Palma  
Lima, Peru  
[cesar.seminarios@urp.edu.pe](mailto:cesar.seminarios@urp.edu.pe)

Max Ubillus Wong  
Escuela Profesional de Ing.  
Mecatrónica  
Universidad Ricardo Palma  
Lima, Peru  
[imax.ubillus@urp.edu.pe](mailto:imax.ubillus@urp.edu.pe)

**Resumen**—Este proyecto tiene como propósito diseñar e implementar un robot móvil que se encargue de reducir la contaminación en el litoral al recolectar basura presente en las playas de arena de Lima mediante un sistema de recolección de tipo arrastre. Estos desperdicios deben pasar por un filtro de malla y luego serán almacenados en un recipiente para su reciclaje. Se realizaron pruebas sobre suelo liso y se concluyó que el robot podrá desplazarse en la arena, debido a su sistema de suspensión, sin embargo, no se pudo comprobar la recolección debido a la ausencia de arena.

**Abstract**—This project has the purpose to design and develop a mobile robot that reduce the coast's contamination by recollecting the garbage found on the sand using a drag system. The recollecting waste has to pass through a mesh filter and then it'll be stored for recycling. Tests were made on smooth floor and it shows that the robot is able to travel on sand thanks to it's suspension system. Nevertheless, due to the absence of sand, the recollecting system was not tested.

**Keywords**—robot, cleaner, beach, automatic, Arduino.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la contaminación ambiental es una de las principales causas del calentamiento global y son las ciudades las que producen más del 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero [1]. En América Latina se produce alrededor de un 10% de la basura mundial, y un tercio de estos terminan en basurales a cielo abierto o en el ambiente, principalmente en el mar [2].

En las costas y mares del mundo, se encuentra una gran cantidad de plásticos, debido a su masiva y creciente producción [2]. Una demostración de este problema, es la presencia de islas de basura, del tamaño de varios países juntos y que, en su mayoría está compuesta de plásticos. Desde 1950 hasta la actualidad se ha producido 8300 millones de toneladas de plástico, de los cuales 5700 nunca han sido recicladas [3].

La contaminación afecta a diversas zonas, entre ellas las costas del Perú. La contaminación de las costas degrada y destruye ecosistemas marinos ocasionando un peligro para la supervivencia de estos. Además, limita la posibilidad de utilizar las playas con fines económicos, recreativos y estéticos. Perú genera casi 8 millones de toneladas de residuos al año. El 46% de residuos sólidos que encontramos en nuestras playas son plásticos. La mayoría de este plástico no se descompone en el mar y puede durar cientos o miles de

años. Se calcula que para el año 2050, al menos el 99% de aves marinas habrá ingerido plástico [4].

La plataforma de noticias ambientales, científicas y de conservación Mongabay Latam informa que “de las 134 playas peruanas inspeccionadas, un total de 78 playas fueron declaradas no saludables”. En el 2017, de acuerdo a los reportes de la Digesa, de 241 playas evaluadas entre diciembre y enero, solo 67 cumplen con las condiciones salubres[5].

Para solucionar este problema ambiental, se propone el desarrollo de un robot móvil encargado de la recolección automática de desperdicios en las superficies arenosas de las playas, lo que ayudará a disminuir los niveles de contaminación en las costas del Perú.



Fig 1. Contaminación en las Playas de Perú

## II. DESARROLLO Y DISEÑO DE SISTEMAS

En este proyecto se desarrolló un prototipo del robot recolector de basura para realizar las pruebas y analizar su funcionamiento. Para su desarrollo se diseñaron los siguientes sistemas:

### A. Diseño Mecánico:

La estructura del robot está formada por un chasis de chapa metálica con 3.5 cm de altura, 37.5 cm de largo y 12 cm de ancho. El robot cuenta con 6 motores que dan la tracción y el movimiento al robot, estos están fijados mediante tornillos directamente al chasis del robot con la finalidad de buscar

darle un mayor empuje al robot y evitar que el robot se atasque en la arena. Los motores usados son motores de corriente directa, de 100 revoluciones por minuto y con una alimentación de 12 voltios. A estos motores se les acoplaron llantas de caucho de 12.5 cm de diámetro y un ancho de 5 cm.

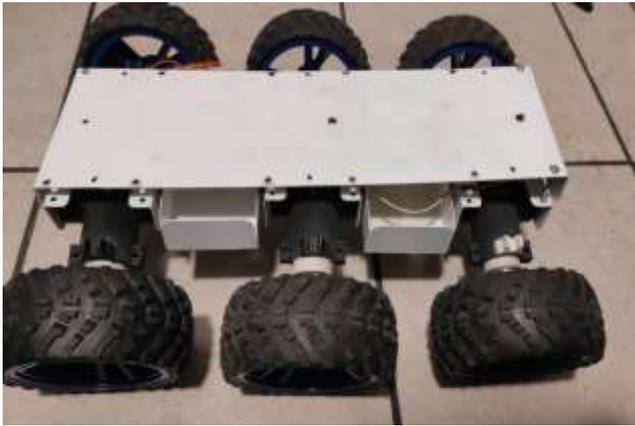


Fig 2. Base con Motores y llantas

El depósito de recolección de desechos está hecho de mallas con la finalidad de evitar que la arena no se almacene dentro de este. Además, se utilizaron dos tubos de aluminio como columnas que permitirán una mayor rigidez en la caja de esta manera no se estaría deformando cuando el robot comience a moverse. Se emplearon también dos motores vibradores de corriente directa, de 5000 revoluciones por minuto y una alimentación de 3 voltios. Estos dos motores generan la vibración que facilita la salida de la arena del depósito de recolección. Finalmente, se hizo uso de un recogedor para crear una pequeña rampa por la cual subirían los desechos para llegar al depósito.



Fig 3. Depósito de recolección de desechos

## B. Diseño Electrónico

Para el control del robot, se ha utilizado como controlador a la placa de desarrollo Arduino UNO. Esta se encargará de activar el sistema de locomoción compuesto por 6 motores de 12V DC. Estos motores son controlados con ayuda de un driver L298N que facilita el cambio de dirección del robot. Debido a que los motores tienen un mayor consumo de energía, se utilizó una batería de litio de 12V para alimentar independientemente el driver y los motores, y de esta forma, obtener una autonomía en su alimentación. En el caso del controlador, se alimenta con un voltaje de 5V obtenido de un transformador que convierte el voltaje de la batería para alimentar el Arduino.

En el depósito, los motores vibradores son controlados por las salidas de 3.3V de la placa Arduino UNO. Mediante programación, se tiene la opción de encender y apagar la vibración dependiendo del estado del depósito, si se encuentra obstruido o no. Además, tiene la opción de mantenerse en funcionamiento mientras el robot esté en movimiento.

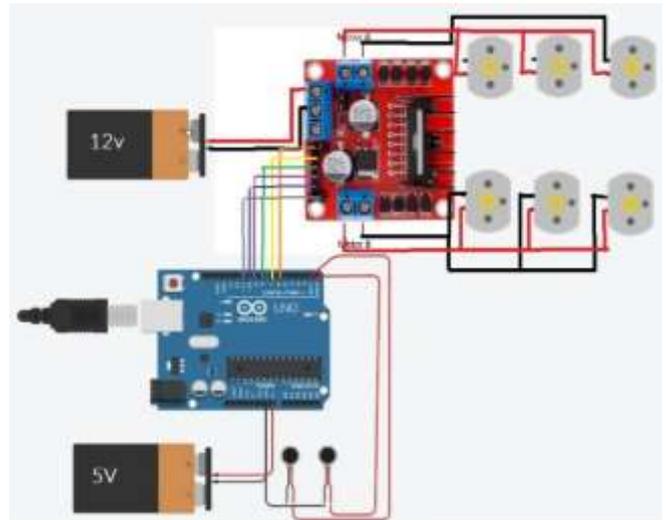


Fig 4. Diseño electrónico del robot.

## C. Sistema de Control

El código que controla el funcionamiento del robot se programó en el IDE perteneciente a Arduino, debido a su facilidad para enlazar el dispositivo, comprobar los errores y subir el código a la placa.

En este código podemos encontrar las funciones creadas para, mediante el driver L298N, controlar el movimiento hacia adelante, activando todos los motores; atrás, invirtiendo su dirección; derecha e izquierda, activando solo los motores del lado izquierdo y derecho del robot, respectivamente. Además, cuenta con una función de parada que detiene todos los motores.

Para los motores vibradores, se crearon tres funciones, una para activar los motores, la segunda para apagarlos y la tercera función permite que se activen de forma automática mientras el robot se encuentre en movimiento, recolectando desperdicios.

### III. PRUEBAS Y RESULTADOS

La siguiente etapa del proyecto consiste en poner a prueba el funcionamiento de cada uno de los sistemas del robot

#### A. Prueba de desplazamiento

Antes de comenzar las pruebas de desplazamiento, se comprobó el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos del sistema. Se comprobó que la batería estaba completamente cargada, los motores funcionales y las cables correctamente conectados. Sin embargo, se encontraron problemas en el convertidor de 12V a 5V, por lo que el Arduino no pudo ser alimentado y se perdió el sistema de control para la prueba.

Durante la prueba el robot presenta buena estabilidad en el desplazamiento con lo que podemos confirmar que los motores cumplen con el objetivo de transportar el robot y los desperdicios recolectados. Sin embargo, el problema fue debido a que el convertidor sufrió desperfectos antes de realizar las pruebas y no se pudo alimentar el arduino por lo cual no se realizó correctamente el control del robot.



Fig 5. Arranque del robot sin control

#### B. Prueba de recolección

Durante la prueba de recolección, debido a la fuerza de arranque del robot, no se logró una correcta recolección de los desechos. Sin embargo, debemos tener en cuenta algunos factores como el que la prueba fue hecha en un suelo liso el cual no genera tanta fricción como lo genera la arena. Además, una de las partes del robot que no cumple su función por estar en suelo liso es la rampa la cual es disminuir la velocidad al arrastrar la arena.



Fig 6. Prototipo implementado.

### IV. TRABAJOS FUTUROS

Para el futuro tenemos pensado agregar varias mejoras al prototipo entre ellas:

- Cambiar los neumáticos comunes por ruedas tipo oruga, esto porque son una solución muy adecuada para una plataforma versátil que opera sobre diversos tipos de terrenos. Con este tipo de ruedas se previene la posibilidad de que el vehículo quede estancado en arena; por ello, los vehículos con orugas son muy utilizados en terrenos arenosos como en operaciones militares (transporte de artillería o personal).
- El procesamiento de imágenes para la detección de objetos sobre la superficie de la playa. Para delimitar el área de trabajo, se plantea que mediante el procesamiento de imágenes se realice una medición de la distancia a recorrer, para tener un mapeo de la zona. De esta forma determina cuándo debe cambiar de dirección o si hay un obstáculo en el camino.
- Reemplazar la batería de plomo por un sistema de alimentación por energía solar renovable. Gracias a este sistema, se logrará una mayor autonomía en el funcionamiento y un mayor tiempo de trabajo.

## REFERENCES

- [1] Naciones Unidas. "Naciones Unidas | Acción por el clima". UN. <https://www.un.org/es/climate-change/climate-solutions/cities-pollution> .
- [2] Naciones Unidas. "Cómo la basura afecta al desarrollo de América Latina". Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562>.
- [3] Iberdrola. "Islas De Basura En El Mundo". Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/las-5-islas-de-basura-en-el-mundo> .
- [4] R. Gonzales, F. Rodríguez y J. L. Guzmán. "Robots Móviles con Orugas Historia, Modelado, Localización y Control | Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial". Polipapers. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2014.11.001>.
- [5] S. I. Bueno, E. C. Martínez, A. H. Juan, M. S. Velasco, y J. P. Orona Open IEEE: Robot Limpiador de Playas.
- [6] F. Schmoeller da Roza. "Modular robot used as a beach cleaner". SciELO - Scientific electronic library online. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052016000400009&lng=en&nrm=iso&lng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052016000400009&lng=en&nrm=iso&lng=en)