

**Evento:** VII Seminário de Inovação e Tecnologia - Participante ESTRANGEIRO

## **ROBOT AUTÓNOMO LIMPIADOR DE PISO<sup>1</sup> AUTONOMOUS FLOOR CLEANING ROBOT**

**Corina Maria Feltn<sup>2</sup>, Lucas Reynoso<sup>3</sup>, Lucas Cukla<sup>4</sup>, Cintia Fit<sup>5</sup>, Brenda Herda<sup>6</sup>, Eduardo Brunner<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Trabajo final integrador de la asignatura Modelación en Ingeniería y financiado por el programa Universidad Diseño y Desarrollo Productivo 2015 de la Secretaría de Políticas Universitarias Ministerio de Educación de Argentina

<sup>2</sup> Docente Investigadora de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) feltn@fio.unam.edu.ar

<sup>3</sup> Estudiante de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la UNaM

<sup>4</sup> Estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica de la UNaM

<sup>5</sup> Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la UNaM

<sup>6</sup> Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la UNaM

<sup>7</sup> Estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica de la UNaM

### **Introducción**

Un robot limpiador de piso que haga la limpieza del hogar mientras sus ocupantes se encuentran fuera, ya sea trabajando o simplemente paseando es un antiguo anhelo debido a que los trabajos domésticos de limpieza suelen requerir largas horas de monótonos trabajos. Reemplazar a los humanos en esta tarea con inteligencia artificial no es sencillo pero el grupo se propuso construir un prototipo con tal fin.

En este trabajo se presenta el desarrollo de un prototipo, el mismo fue construido por los miembros del equipo que pertenecen al tercer año de las distintas carreras de ingeniería y tiene entre sus objetivos desarrollar tecnología nacional con alto valor agregado

El robot limpiador de piso (Chirca) no posee un mapeo inicial del entorno y también se excluyó la posibilidad que el usuario tenga la posibilidad de hacerlo.

Al investigar los robots disponibles en el mercado, se pudo apreciar que hay una gran cantidad de aparatos con funciones altamente sofisticadas, y al equipo le requeriría muchísima dedicación y tiempo llegar a esos desarrollos, razón por la cual se optó por construir un prototipo simple con funciones básicas que pueda moverse y junte pequeñas suciedades que pueden encontrarse en los pisos domésticos. Se tomó esa decisión debido a que el equipo se encuentra aproximadamente con el 40% de la carrera aprobada y se percató que cuántas más funciones se agregaban al robot, más complejo se volvía.

### **Principios básicos**

Las actividades que desarrolla el robot son:

- Movimiento sobre superficie lisa: piso cerámico o alisado (no se consideran otras superficies, como por ejemplo: alfombras, pisos exteriores, etc)

**Evento:** VII Seminário de Inovação e Tecnologia - Participante ESTRANGEIRO

- Desvío de obstáculos sencillos (patas de mesas, paredes, sillas)
- Detección de cambios de nivel y cambio de dirección
- Recolección de partículas pequeñas (papeles, basuras pequeñas, etc)

Para desarrollar el prototipo, se decidió dividirlo en tres sistemas 1) Sistema de Limpieza 2) Sistema de Navegación 3) Sistema Mecánico y de Alimentación

#### *Sistema de Limpieza*

El sistema de limpieza consta de todo lo relacionado a la actividad de limpiar y recolectar los residuos pequeños. Las partes que lo conforman se nombran a continuación:

**Cepillos centrales:** son cepillos que están situados en la parte inferior que recogen la suciedad más gruesa y la deposita directamente en el depósito de recogida. Uno de los cepillos es de cerdas y el otro, de goma. Los cepillos giran en diferentes direcciones para poder recolectar las partículas de suciedad.

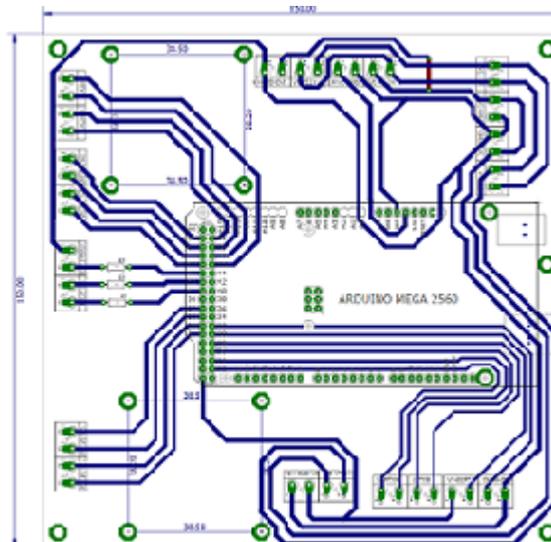
**Cepillo lateral rotatorio:** lo que hace es empujar la suciedad de las esquinas (a la que la parte inferior de cepillos no puede acceder) hacia el centro para que sean recogidos.

**Depósito:** es el lugar en donde se depositan las partículas que recogen los cepillos, necesita ser vaciado al menos en cada uso.

#### *Sistema de Navegación*

**Circuito de Control:** El cerebro encargado de controlar el robot es el micro-controlador Arduino Mega 2560, el cual recibe los datos provenientes de los sensores, los procesa y decide la trayectoria del robot a la hora de esquivar obstáculos. También garantiza el funcionamiento de los motores paso a paso, a través de dos puentes H. En la figura 1 se presenta el layout correspondiente al circuito de control diseñado para el robot.

**Evento:** VII Seminário de Inovação e Tecnologia - Participante ESTRANGEIRO



**Figura 1:** Estructura general del hardware

Se observa que el sistema incluye al micro controlador a partir del cual se interactúa con las diversas borneras que se utilizan como interfaz entre los sensores y la unidad de procesamiento. Además incluye una óptima distribución de distintas tensiones de la batería para alimentación de los diversos componentes, como sensores, arduino, leds, puentes H, entre otros

Software: esta es la lógica de control del robot. Su principal propósito es controlar los motores paso a paso, permitiendo una buena movilidad del mismo. También posee un algoritmo diseñado para esquivar obstáculos que permite el comportamiento autónomo del robot

Sensores de distancia: se ha seleccionado los sensores HC-SR04, debido a su bajo costo, simple funcionamiento, y además no presentan inconvenientes con superficies relucientes, que afectan, por ejemplo, a los sensores infrarrojos produciendo señales erróneas que posibilitan un mal funcionamiento del prototipo. Estos sensores son de un tamaño reducido, lo que permite colocar varios de estos en la superficie del robot a modo de tener una mejor lectura del entorno donde se lleve a cabo la limpieza del piso.

#### *Sistema Mecánico y de Alimentación*

Las partes que componen el sistema mecánico y de alimentación son:

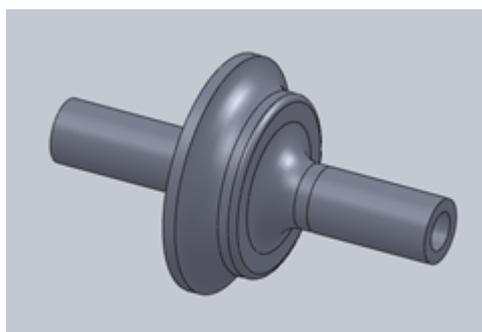
Motores Paso a Paso: para el movimiento del robot se ha seleccionado un NEMA 17 de alto torque con un giro de  $1,8^\circ$ , el cual brinda la precisión necesaria para poder desplazar el robot por pequeños lugares, el alto torque asegura que el desplazamiento del mismo no se verá afectado por el peso interno o una carga externa no controlada.

Motores de Corriente Continua (CC): para el sistema de limpieza se ha optado por motores de continua ya que solo se necesita que giren a gran velocidad y no un movimiento controlado en el

**Evento:** VII Seminário de Inovação e Tecnologia - Participante ESTRANGEIRO

funcionamiento.

Transmisión mecánica: en este ítem hay dos partes con conexiones mecánicas para la transmisión de movimiento, una es la de los PaP (motores paso a paso) la cual se ha desarrollado un acople entre el eje del motor y la rueda principal mediante la impresión 3D como se muestra en la Figura 2



**Figura 2:** Acople entre PaP y rueda

En cuanto a la transmisión de los motores de continua, por su gran tamaño se optó por un sistema correo-polea el cual ahorra espacio y protección de los motores. Este sistema se ha desarrollado para ser impreso en 3D

Modelo terminado

La mayoría de las partes fueron realizadas con una impresora tridimensional. Esto permitió realizar partes muy rápidamente y con un muy buen ajuste como se muestra en la Figura 3



**Figura 3:** Vistas del robot limpiador de piso Chirca

## Conclusiones

A fin de evitar ruidos, interferencias y minimizar el espacio físico se fabricó un circuito impreso que permitió mejorar la calidad de las señales. En cuanto a la librerías utilizadas, programadas en Arduino, se le dio prioridad de uso a las funciones indispensables como ser el desplazamiento del

**Evento:** VII Seminário de Inovação e Tecnologia - Participante ESTRANGEIRO

robot y la medición con una cierta precisión de la distancia a los objetos encontrados en su camino con el objetivo final de lograr un giro suave de los motores.

Este es el primer prototipo desarrollado por los estudiantes, se espera que en las sucesivas instancias de la carrera de grado puedan ir incorporando modificaciones como ser inclusión de algoritmos de percepción, mapeo y localización a fin de planear los movimientos y tomar decisiones convenientes con el fin de minimizar las distancias recorridas y el tiempo en uso del robot. Es de destacar que se utilizó tecnología de impresión tridimensional para el 30 % de los componentes del prototipo

Se percibe que el futuro de la robótica es muy promotor. Traerá aparejado grandes cambios de paradigmas por lo que hace necesario formar a los estudiantes de grado en la temática, para que en un futuro puedan insertarse exitosamente en esta sociedad cambiante.

#### **Palabras clave**

Robot móvil; Robot doméstico; Limpieza del hogar

#### **Keywords**

Mobile robot; Domestic robots; Cleaning coverage

#### **Bibliografía**

FORLIZZI, Jodi; DISALVO, Carl. Service robots in the domestic environment: a study of the roomba vacuum in the home. En Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction. ACM, 2006. p. 258-265.

HOFNER, Christian; SCHMIDT, Günther. Path planning and guidance techniques for an autonomous mobile cleaning robot. Robotics and autonomous systems, 1995, vol. 14, no 2-3, p. 199-212.

JONES, Joseph L., et al. Autonomous floor cleaning robot. U.S. Patent No 7,636,982, 29 Dic. 2009.

LÓPEZ, Edwin Villarreal. Tecnología actual de los robots autónomos para limpieza de pisos. Revista Entérese Boletín Científico Universitario, 2008, no 25.

PALACIN, Jordi, et al. Building a mobile robot for a floor-cleaning operation in domestic environments. IEEE Transactions on instrumentation and measurement, 2004, vol. 53, no 5, p. 1418-1424.

ULRICH, Iwan; MONDADA, Francesco; NICOUD, J.-D. Autonomous vacuum cleaner. Robotics and autonomous systems, 1997, vol. 19, no 3-4, p. 233-245.