

# DISEÑO DE PROTOTIPO DE UN ROBOT ASPIRADORA

INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN I    AÑO 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RAFAELA

Willener Francis, Farías Demaldé Gustavo, Krawiec Máximo.

---

## INFORMACIÓN DEL ARTICULO.

Palabras claves: experiencia, remota, medir, microcontrolador, comunicación.

## RESUMEN.

Este articulo contiene información acerca de la experiencia de la creación de un dispositivo diseñado por un grupo de estudiantes, el mismo opera en forma remota, permite medir distancia a un objeto y velocidad de desplazamiento a través de componentes electrónicos conectados a un microcontrolador, este desafío supone un fin práctico que combina automatismo y comunicación inalámbrica por medio de conexión bluetooth.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Por medio de la realización de este proyecto, se pretende conseguir un prototipo funcional de un robot aspirador que funcione de forma autónoma. Se eligió este producto por ser un aparato tecnológico muy demandado actualmente. Para ello se aplicarán los conocimientos adquiridos a lo largo del cuatrimestre, este dispositivo irá recorriendo un espacio y haciendo un mapeo de objetos que encuentre a su paso, está conectado a un microcontrolador Arduino uno, envía información a un Smartphone a través de un módulo bluetooth hc-05, la velocidad y la distancia que recorre se mide a través de un sensor de ultrasonido Ky-003 conjuntamente se empleó un sensor Hc-sr04 para detectar objetos a su paso.

A través del presente trabajo, se pudo realizar un prototipo de forma barata y sencilla, sin embargo, aunque se fracase en algún momento, se podrá encontrar una solución al problema más adelante. Además, al permitir realizarse de forma grupal es posible aportar ideas y tratar de perfeccionar prototipos futuros. Esto permite una mejora y un aprendizaje continuo, basado en el trabajo propio y en el compartido con otros.

## 2. ESTADO DEL ARTE.

En este apartado se expondrá la situación actual de los robots aspiradores disponibles en el mercado.

Los Robots aspiradores son un producto estrella en el mercado actual por la facilidad y comodidad que proporcionan a sus compradores. La mayor parte de las personas tienen un ritmo de trabajo que da lugar a muy poco tiempo libre, por lo que muchas se apoyan en una serie de aparatos tecnológicos que sirven para simplificar las tareas en el hogar.

Estos aparatos permiten limpiar de una forma rápida, eficiente y sobre todo autónoma superficies grandes con una baja necesidad de mantenimiento y supervisión. Teniendo en cuenta estos dos tipos de categorías de robots aspiradores, se pueden enumerar los siguientes criterios de evaluación

- \*Autonomía: que el robot pueda sortear todos los obstáculos (cables, muebles, puertas...) y avanzar en el máximo número de superficies posibles (suelo, alfombras, moquetas...).

Robots de gama baja: suelen tener un sistema básico de detección de obstáculos y motores menos potentes por lo que es más probable que se queden atascados o que haya zonas en las que

no puedan aspirar. Esto implica que el usuario deba apartar los posibles obstáculos para que no se quede atrapado y que en caso de que lo esté deba desplazarlo manualmente a otro sitio.

Robots de gama alta: debido a las mejores técnicas de detección de obstáculos y a unos motores más potentes son capaces de aspirar más zonas de forma autónoma. Este tipo de robots es probable que no se quede atrapado y que pueda aspirar toda la habitación por su cuenta sin necesitar intervención humana.

\*Duración de la batería: es un parámetro que depende del modelo y de la marca del robot. Es importante tenerlo en cuenta en base a la superficie total que se desea limpiar.

Robots de gama baja: como en general no tienen la capacidad de volver solos a la base de carga y luego al punto exacto donde han dejado de limpiar es posible que se queden sin batería y sin una persona que los lleve la base de carga no pueden seguir aspirando el resto de zonas.

Robots de gama alta: como pueden retomar la limpieza en el mismo punto después de la recarga es menos probable que dejen zonas sin limpiar.

\*Navegación: podríamos definir el rendimiento de un robot aspirador como la capacidad para limpiar una zona por completo, con la menor trayectoria y en el menor tiempo posible. Es decir, se pretende disminuir las zonas por las que pasa más de una vez, para lo que es imprescindible una buena técnica de navegación.

Robots de gama baja: suelen emplear algoritmos de navegación aleatoria, por lo que no se puede asegurar que limpien toda la superficie por igual.

Es decir, puede haber zonas donde ha pasado más de una vez y otras donde no ha llegado a pasado.

Robots de gama alta: emplean técnicas de navegación elaboradas que les permiten pasar por todas las zonas al menos una vez e incluso más en caso de que sea necesario una limpieza a fondo.

### Principales marcas

Actualmente, hay numerosas empresas que se dedican al diseño y fabricación de robots aspiradores, por lo que la competitividad ha aumentado y los precios han ido disminuyendo mucho, creándose todo un mercado para los compradores.

\*iRobot

Fue de las primeras marcas en crear este tipo de robots aspiradoras y sigue teniendo un gran éxito en el mercado. Esta marca fue creada en 1990 por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) y buscaba acercar los robots a la gente e intentar hacer sus vidas más sencillas. En el año 2002 lanza al mercado el primer robot aspirador para “ofrecer un dispositivo de limpieza que opere sin intervención humana para limpiar las áreas designadas” (<https://www.irobot.com/About-iRobot/Company-Information/History.aspx>; “iRobot)

#### \* Cecotec

Esta empresa valenciana creada en el 2007 se caracteriza por ofrecer productos de una categoría bastante buena a un precio reducido. Tiene una amplia variedad de productos y por supuesto robots aspiradores.

Al contrario que iRobot, Cecotec lleva poco tiempo desarrollando este producto y sólo tiene 5 modelos distintos de robot aspirador bajo la denominación genérica Conga, cada uno con la opción de que sean sólo aspiradoras (modelo dry) o también fregonas (modelo wet) Estos robots aspiradores se caracterizan porque por un precio muy económico ofrecen una aspiración con una buena capacidad de succión combinada con la opción wet que

permite fregar el suelo. Es importante destacar que no aspira y frega a la vez, sino que hay que conmutar entre el modo aspiración y el modo fregón. Por otro lado, es cierto que carece de la variedad de los extras que tienen los robots aspiradores de otras marcas como aplicaciones para el Smartphone, o un sistema de navegación sofisticado. (<https://cecotec.es/conga/robots-aspiradores>.)

#### \* ILife

Esta marca surge en China en torno al año 2007 y empieza a vender robots aspiradores en 2012. Sus robots son similares a los de Cecotec, puesto que tienen unas especificaciones y un precio equivalente. Son modelos que generan poco ruido y que tienen una autonomía elevada. Son de los mejor valorados actualmente en webs como Amazon debido a su buena relación calidad precio. Al igual que los de Cecotec, no tienen un gran sistema de navegación, sino que funcionan de forma aleatoria en las habitaciones. La principal desventaja de este tipo de robots es que son menos eficientes y puede que dejen zonas sin aspirar, pero, por otro lado, el precio es mucho más asequible y cumplen en gran medida con su función aspirado. (<https://www.robotaspiradorya.com/ilife/>.)

#### \* LG

Esta marca coreana creada en 1958 empezó a fabricar la gama “Hombot” en 2012. Los Hombots son robots aspiradores muy característicos, con una gran diferencia frente a sus competidores puesto que tienen un diseño cuadrado que les permite aspirar mejor las esquinas.

Respecto a su sistema de navegación, las nuevas generaciones tienen una cámara en su parte superior que toma 30 imágenes por segundo, generando automáticamente información para saber dónde se encuentra y poder trazar un mapa. Combinando una serie de algoritmos SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) con las imágenes de la cámara permite una aspiración eficiente.

Además, las últimas versiones disponen de un modo que permite usar el robot aspirador como cámara y como sistema de video vigilancia. Esto da la opción al usuario de ver en tiempo real lo que ocurre en su casa. (<https://www.elcorteingles.es/lq/electrodomesticos/info/aspirador-hombot/>.)

### 3. MARCO METODOLOGICO

Como se ha mencionado anteriormente hemos seleccionado un microcontrolador Arduino uno, además de su precio

reudcido consideramos necesaria la utilización de software libre que ofrece el entorno de desarrollo de Arduino IDE (*Integrated Developed Environment*) y se puede instalar en los principales sistemas operativos: Windows, Macintosh OSX y Linux. Además, se ha vuelto muy popular puesto que usa librerías derivadas del lenguaje C++. Esto facilita la programación ya que no es necesario tener conocimiento detallado de cómo programar microcontroladores, sino que basta con tener conocimientos mínimos de programación.

En los programas en lenguaje Arduino debería haber siempre al menos dos funciones:

- Una primera función (set up): permite identificar y configurar los diversos pines conectados como outputs o inputs. Sólo se ejecuta una vez.
- La segunda función (loop ): actúa como rutina principal y es llamada después de ejecutarse la función de set up. Contiene el código que se repetirá de forma secuencial en un ciclo infinito.

En el caso de estar vacía, el Arduino ejecutaría una vez lo que haya en la función set up y luego pararía. Esto puede ser útil si se desea ejecutar el código una única vez y no de forma permanente.

De cara a facilitar la programación de los elementos electrónicos existen algunas facilidades que permiten la interacción con diversos periféricos.

Antes de empezar con el diseño del prototipo, fue necesario investigar sobre los distintos tipos de sensores, drivers y motores disponibles y compatibles con Arduino. Los robots que evitan obstáculos suelen usar dos tipos de sensores. Por un lado, están los sensores de colisión por contacto en los que el robot detecta un obstáculo una vez que ha colisionado con él. Por otro lado, están los sensores a distancia con los que el robot recibe una señal en presencia de un objeto o una pared y que le permite evitar el choque (<https://proyectoarduino.com/arduino-uno-r3/>.)

Arduino uno



Imagen:

[https://www.etoys.com.ar/DETALLE/ITEM\\_ID=44188/ok.aspx](https://www.etoys.com.ar/DETALLE/ITEM_ID=44188/ok.aspx)

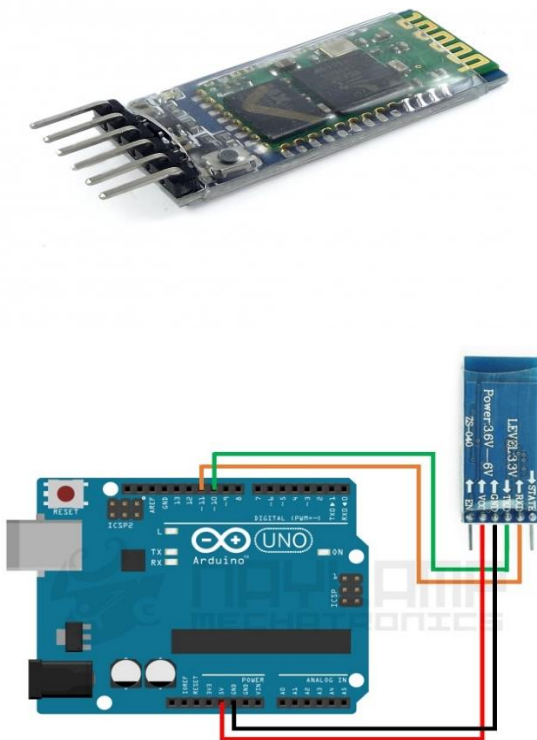
## Technical specs

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

(<https://panamahitek.com/especificaciones-tecnicas-del-arduino/>)

El objetivo es conectar nuestro proyecto a un Smartphone Android, el módulo Bluetooth HC-05 permite este tipo de conexión con el microcontrolador de forma inalámbrica. a través de la aplicación Arduino bluetooth controller se realiza la transmisión en forma transparente al programador, por lo que se conecta directamente a los pines seriales del microcontrolador, todos los parámetros del módulo están configuradas mediante comandos AT. La

placa tiene un regulador de 3.3V, que permite alimentar el módulo con un voltaje entre 3.6V - 6V. La comunicación Bluetooth se da entre dos tipos de dispositivos: un maestro y un esclavo. Este módulo viene configurado de fábrica para trabajar como esclavo.

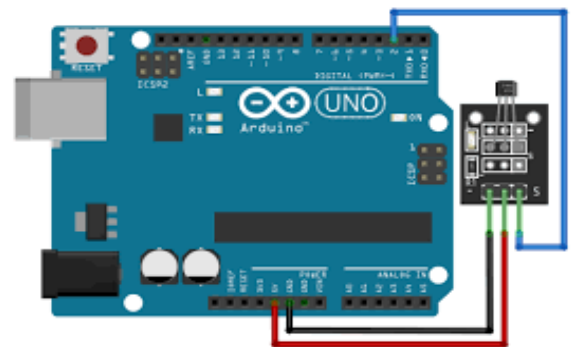


([https://naylampmechatronics.com/blog/24\\_configuracion-del-modulo-bluetooth-hc-05-usando-comandos-at.html](https://naylampmechatronics.com/blog/24_configuracion-del-modulo-bluetooth-hc-05-usando-comandos-at.html))

El KY-003 es un módulo que integra un sensor magnético de Efecto Hall con salida digital, el cual permite detectar de forma fácil, rápida y precisa campos magnéticos producidos cerca de sensor de posición sin contacto. Este módulo

tiene tres terminales, 2 para entrada de voltaje que es VCC – GND y Señal con una salida digital, en esta terminal permite detectar la presencia de un campo magnético y se genera una señal en alto “1 o HIGH” de lo contrario estará en estado bajo “0 o LOW”.

Conexión KY-003

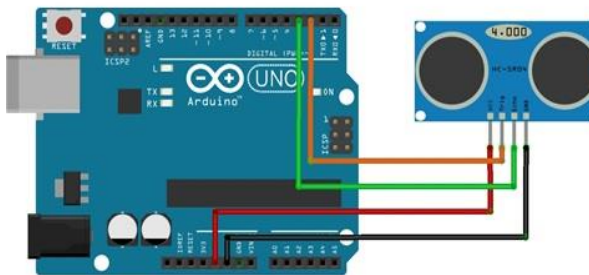


(<https://robots-argentina.com.ar/didactica/ky-003-modulo-de-sensor-magnetico-por-efecto-hall-kit-de-sensores-keyes-3/>)

El sensor HC-SR04 es un sensor de distancia que utiliza ultrasonido para determinar la distancia de un objeto en un rango de 2 a 450 cm. Destaca por su pequeño tamaño, bajo consumo energético, buena precisión y excelente precio. El sensor HC-SR04 es de tipo ultrasonido, es empleado en proyectos de robótica, posee dos transductores: un emisor y un receptor piezoeléctricos, además de la electrónica necesaria para su operación. El funcionamiento del

sensor es el siguiente: el emisor piezoeléctrico emite 8 pulsos de ultrasonido(40KHz) luego de recibir la orden en el pin TRIG, las ondas de sonido viajan en el aire y rebotan al encontrar un objeto, el sonido de rebote es detectado por el receptor piezoeléctrico, luego el pin ECHO cambia a Alto (5V) por un tiempo igual al que demoró la onda desde que fue emitida hasta que fue detectada, el tiempo del pulso ECO es medido por el microcontrolador y así se puede calcular la distancia al objeto. El funcionamiento del sensor no se ve afectado por la luz solar.

#### Conexión HC-SR04



([https://naylampmechatronics.com/blog/10\\_tutorial-de-arduino-y-sensor-ultrasonico-hc-sr04.html](https://naylampmechatronics.com/blog/10_tutorial-de-arduino-y-sensor-ultrasonico-hc-sr04.html))

#### Motores para Arduino.

Se ha seleccionado un tipo de motor DC, un par lo suficientemente grande para lograr mover el prototipo. Para ello, se ha tenido en cuenta las distintas reductoras que hay en este tipo de motores.



(<https://tecnopatafisica.com/tecno3eso/teoria/robotica/73-dirverl298n>)

El prototipo se enciende con un push button o pulsador es un tipo de interruptor momentáneo, los contactos dentro del interruptor se cierran al ejercer una fuerza sobre este (encendido – ON) y se abren al retirar dicha fuerza (apagado – OFF). Este tipo de pulsador seta diseñado para montarse en una placa de circuito impreso (PCB). Los push button también se conocen como interruptores táctiles.

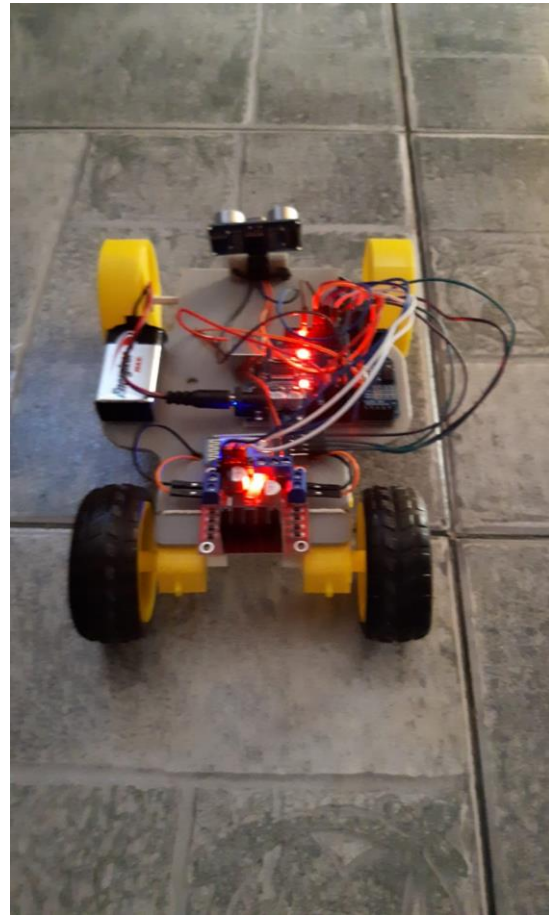
### 3. RESULTADOS

Este proyecto está diseñado como prototipo funcional de un robot aspiradora autónomo capaz de evitar en la medida de lo posible obstáculos y paredes. A continuación, se muestra una tabla con ensayos evaluando el comportamiento en cada situación:



Escenario	Resultado
Obstáculo en frente a menos de 23 cm	El robot se para y analiza la distancia a su derecha y a su izquierda.
Si hay más distancia hasta un obstáculo en el lado derecho que en el izquierdo	El robot gira a la derecha
Si hay más distancia hasta un obstáculo en el lado izquierdo que en el derecho	El robot gira a la izquierda
Detecta una colisión en uno de los sensores de contacto (frontal o lateral)	El robot para y automáticamente se desplaza hacia atrás y a la izquierda
El robot alcanza una esquina	Realiza maniobras de escape, y consigue salir, aunque le puede llevar un rato
Colisión	Si hay una colisión en uno de los parachoques el robot se desplaza hacia atrás y hacia la izquierda, salvando la situación.
Remontar una superficie elevada de perfil abrupto perpendicular al avance	El robot remonta obstáculos de hasta 3,77 mm de grosor
Subir obstáculos de perfil abrupto orientado en 45° respecto al avance	El robot es capaz de remontarlos hasta 3 mm de grosor
Avanzar por una alfombra	El robot no tiene la potencia necesaria para avanzar en la alfombra y se queda atascado

La siguiente imagen corresponde al proyecto realizado.



Como es un prototipo, se ha dejado para futuros trabajo lo que respecta al diseño exterior sumado a detalles en el algoritmo que utilizan los aspiradores de últimas generaciones para saber con certeza en qué posición de la habitación se encuentran, por dónde han pasado ya y por donde deben pasar para una limpieza más rápida y eficiente los mismos se basan en crear y actualizar un mapa de un robot móvil, gracias a un sistema de medida, mientras éste se va desplazando.

## 4. CONCLUSIONES.

En este capítulo se exponen las conclusiones obtenidas a lo largo del desarrollo del proyecto y un breve resumen de posibles mejoras de cara a futuros trabajos que realiza este prototipo y su arquitectura, posteriormente se irán corrigiendo detalles que surgen al momento de llevar este producto a su aplicación práctica.

Concluimos que el robot es capaz de actuar de forma autónoma de una manera rudimentaria, es decir, puede detectar casi todos los obstáculos y actuar acorde a ellos dependiendo de la situación y distancia, pero no lo hace de una forma eficiente al necesitar en muchos casos varios movimientos para salir de escenarios más complejos. La solución requeriría de algoritmos de escape muy elaborados. Otro problema son los ángulos muertos, ya que el campo de “visión” de los sensores ultrasonidos no cubre todo el lado del chasis del robot, y en ocasiones no detectan obstáculos pequeños al no entrar en su rango de visión. Una posible solución es incrementar el número de sensores por cada lado para que pueda detectar todos los obstáculos, por pequeños que sean.

El prototipo se ha desarrollado por completo, se ha obtenido un amplio conocimiento sobre los diversos

sensores, componentes y motores compatibles con Arduino y cual se debe usar en cada circunstancia.

No obstante, como conclusiones generales del proyecto, el resultado ha sido satisfactorio, ya que se ha logrado diseñar y construir un robot que evita obstáculos partiendo de cero, usando los diversos conocimientos adquiridos a lo largo del grado.

## 5. GLOSARIO.

DC (*Direct Current*): corriente continua.

GND señal de conexión a tierra

PCB placa de circuito impreso ("printed circuit board").

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping).

VCC voltaje de corriente directa.

## 6. BIBLIOGRAFIA

“iRobot,History”» 2017. [En línea]. Available: <http://www.irobot.com/AboutiRobot/Company-Information/History.aspx> (Ultimo acceso febrero 2023)

“Comparativa robots aspiradores iLife”, 2 noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.robotaspiradora.com/ilife/>. (Ultimo acceso febrero 2023)

“Cecotec, Serie Conga”, [En línea]. Available: <https://cecotec.es/conga/robots-aspiradores> . [Último acceso: 27 Marzo 2018].

“LG aspirador Hombot” [En línea]. Available: <https://www.elcorteingles.es/lg/electrodomesticos/info/aspirador-hombot/>. (Ultimo acceso febrero 2023)

“Proyecto Arduino” <https://proyectoarduino.com/category/placas/>. (Ultimo acceso febrero 2023)

“Panamahitek” <https://panamahitek.com/especificaciones-tecnicas-del-arduino/> (Ultimo acceso Febrero 2023)

“Comandos at H5” [https://naylorlampmechatronics.com/blog/24\\_configuracion-del-modulo-bluetooth-hc-05-usando-comandos-at.html](https://naylorlampmechatronics.com/blog/24_configuracion-del-modulo-bluetooth-hc-05-usando-comandos-at.html) (Ultimo acceso febrero 2023)

“TUTORIAL DE ARDUINO Y SENSOR ULTRASÓNICO HC-SR04” [https://naylorlampmechatronics.com/blog/10\\_tutorial-de-arduino-y-sensor-ultrasonico-hc-sr04.html](https://naylorlampmechatronics.com/blog/10_tutorial-de-arduino-y-sensor-ultrasonico-hc-sr04.html) (Ultimo acceso febrero 2023)

“Robots Didácticos” <https://robots-argentina.com.ar/didactica/ky-003-modulo-de-sensor-magnetico-por-efecto-hall-kit-de-sensores-keyes-3/>

Arduino y mBlock: "Controlando motores de corriente continua mediante el driver L298N" <https://tecnopatafisica.com/tecno3eso/teoria/robotica/73-dirverl298n> (Ultimo acceso febrero 2023)

## 7. ANEXO

A continuación se muestra el Código utilizado para este proyecto.

```
#include <SoftwareSerial.h> // Incluimos la librería SoftwareSerial
```

```
SoftwareSerial Bluetooth(2,3); // Establece una comunicación serial entre el Arduino y el módulo Bluetooth
```

```
const int triggerPin = 12; // Pin para el disparador del módulo de ultrasonido
```

```
const int echoPin = 11; // Pin para el receptor del módulo de ultrasonido
```

```
const int motor1Pin1 = 5; // Pin 1 del motor para el puente H L293D
```

```

const int motor1Pin2 = 6; // Pin 2 del motor para el puente H L293D
const int motor2Pin1 = 9; // Pin 1 del motor para el puente H L293D
const int motor2Pin2 = 10; // Pin 2 del motor para el puente H L293D
// const int enablePin = 11; // Pin de habilitación para el puente H L293D

const int distanciaMinima = 8; // Distancia mínima a la que la aspiradora comenzará a
funcionar (en centímetros)

int distancia = 0;

void setup() {
  pinMode(triggerPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(motor1Pin1, OUTPUT);
  pinMode(motor1Pin2, OUTPUT);
  pinMode(motor2Pin1, OUTPUT);
  pinMode(motor2Pin2, OUTPUT);
  // pinMode(enablePin, OUTPUT);
  # Definimos los pinesdel Arduino conectados al Bluetooth
  Serial.begin(9600);
  Bluetooth.begin(9600);
  // digitalWrite(enablePin, HIGH);
}

void loop() {

  if (Bluetooth.available()) {
    char comando = Bluetooth.read();
    if (comando == '1') {
      avanzar(); // Avanza hacia adelante si recibe el comando "1" por Bluetooth
    }
  }
}

```

```

if (comando == '0') {
    digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
    digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
    digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
    digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
    Bluetooth.println("Deteniendose");
}

// Medir la distancia
distancia = medirDistancia();

// Si la distancia es menor a 10 cm, girar a la derecha
if (distancia < 10) {
    girarDerecha();
    delay(1000);
}
}

void avanzar() {
    digitalWrite(motor1Pin1, HIGH);
    digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
    digitalWrite(motor2Pin1, HIGH);
    digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
}

void girarDerecha() {
    digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
    digitalWrite(motor1Pin2, HIGH);
    digitalWrite(motor2Pin1, HIGH);
    digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
}

```

```

Bluetooth.println("Girando a la derecha");
}

void detener() {
    digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
    digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
    digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
    digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
    Bluetooth.println("Deteniendose");
}

int medirDistancia() {
    // Enviar el pulso ultrasónico
    digitalWrite(triggerPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(triggerPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(triggerPin, LOW);

    // Medir la duración del pulso de eco
    long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

    // Calcular la distancia en cm
    int distancia = duration * 0.034 / 2;
    // Enviar la distancia por Bluetooth
    static unsigned long lastTime = 0;
    unsigned long currentTime = millis();
    if (currentTime - lastTime >= 500) {
        Bluetooth.print(distancia);
        Bluetooth.print(" cm\n");
        lastTime = currentTime;
    }
}

```

```
}  
return distancia;  
}
```