

# Proyecto:

## iRoboPong5000

<b>Profesor:</b>	<b>Ing. Guillermo Campiglio</b>
<b>Cuatrimestre / Año:</b>	<b>2do Cuatrimestre de 2018</b>
<b>Turno de clases prácticas:</b>	<b>Miércoles</b>
<b>Jefe de Trabajos Prácticos:</b>	<b>Ricardo Arias</b>
<b>Docente guía:</b>	<b>Fabricio Baglivo</b>

Autores			Seguimiento del proyecto								
Nombre	Apellido	Padrón									
Axel Brian	Erlich	94847									

Observaciones:

---

---

---

Fecha de aprobación			Firma J.T.P.

COLOQUIO	
Nota final	
Firma Profesor	

## Contenido

<b>Contenido</b>	<b>2</b>
<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>Descripción General</b>	<b>4</b>
<b>Estructura general de diseño</b>	<b>6</b>
<b>Modo Automático</b>	<b>7</b>
<b>Modo Manual</b>	<b>8</b>
<b>Control de motores</b>	<b>9</b>
Control de PWM para motores DC	9
Control de PWM para Servos	11
<b>Comunicación Serial</b>	<b>13</b>
Comunicación Serial: Proveedor	13
<b>Descripción de Hardware</b>	<b>14</b>
<b>Diagrama Esquemático</b>	<b>15</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>16</b>
<b>Anexo 1: Comandos</b>	<b>17</b>
<b>Anexo 2: Ejercicios Automáticos</b>	<b>19</b>
Modo 1	19
Modo 2	20
Modo 3	20
<b>Anexo 3: Componentes y costos</b>	<b>21</b>
Componentes electrónicos	21
Componentes mecánicos	22
<b>Anexo 4: Código</b>	<b>22</b>

## Introducción

En este documento se describe el proceso de desarrollo, armado y funcionamiento del iRoboPong5000, para la materia Laboratorio de microcontroladores (6609) de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

El proyecto se desarrolló utilizando un Arduino Mega, programando el microcontrolador AtMega2560 en código avr assembly.

La principal función del iRoboPong5000 es la de permitir a un jugador de tenis de mesa, entrenar sin un compañero, el robot sirve como lanzador de pelotitas con distintas configuraciones que se explicarán a lo largo de este documento.

Con este robot, se logra una simulación muy cercana a las pelotitas que se recibirán en el juego con un compañero.

Además permite una ejercitación constante, ya que posee un almacenamiento de pelotitas de tamaño considerable lo cual permite ejercitar por varios minutos sin necesidad de parar.

## Descripción General

iRoboPong5000 es un robot lanzador de pelotitas de ping-pong similar a los que se pueden encontrar en el mercado, pero con algunos aspectos extras que permitirán comportamientos personalizables según los requerimientos del usuario.



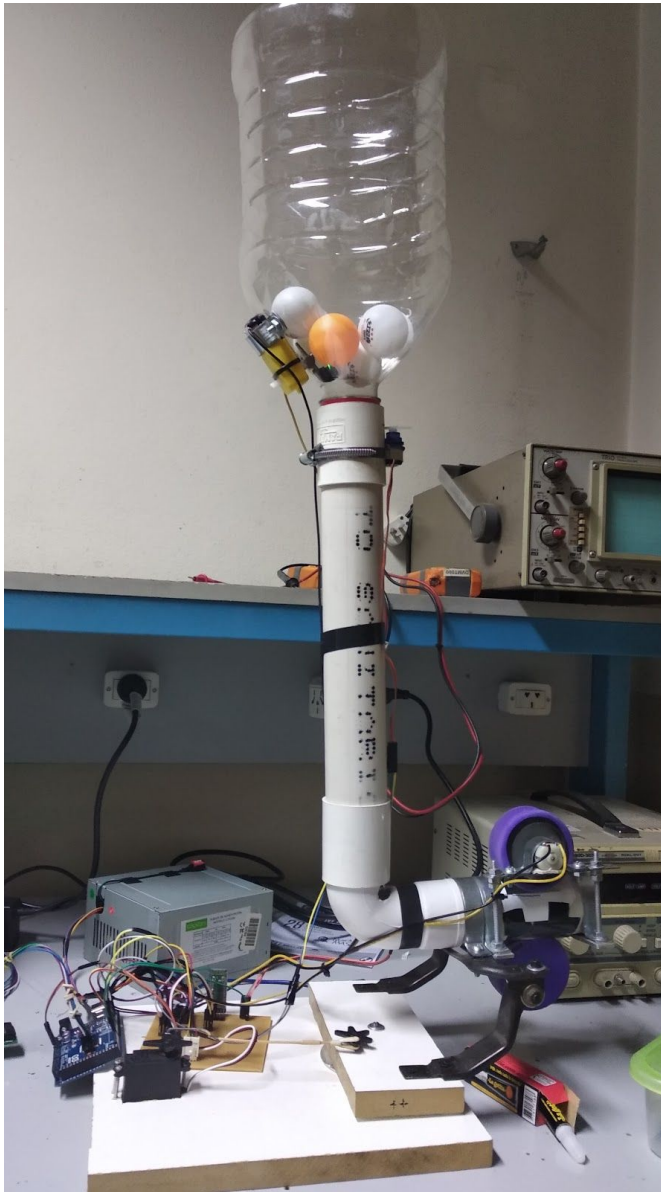
*Imagen 1: Robot comercial HUI PANG HP-07*

En la imagen 1 se puede ver un robot comercializado por la empresa HUI PANG y en la imagen 2, el robot desarrollado sobre el que se basa este documento.

El robot tiene dos modos de funcionamiento:

1. Automático
2. Manual

Se describe cada modo de funcionamiento con más detalle en las secciones correspondientes.



*Imagen 2: Robot desarrollado*

El control del robot es completamente inalámbrico a través de un Smartphone con conexión bluetooth.

## Estructura general de diseño

El robot se controla en función de una comunicación serial a través de un módulo bluetooth en donde el mismo recibe comandos idealmente desde un teléfono celular. En caso de necesitar configurar un dispositivo para la comunicación, la lista de comando a la cual responde se puede ver en el anexo 1.

En la imagen 3 se muestra un diagrama de estados de funcionamiento del robot, las transiciones entre los estados se darán al recibir un comando válido.

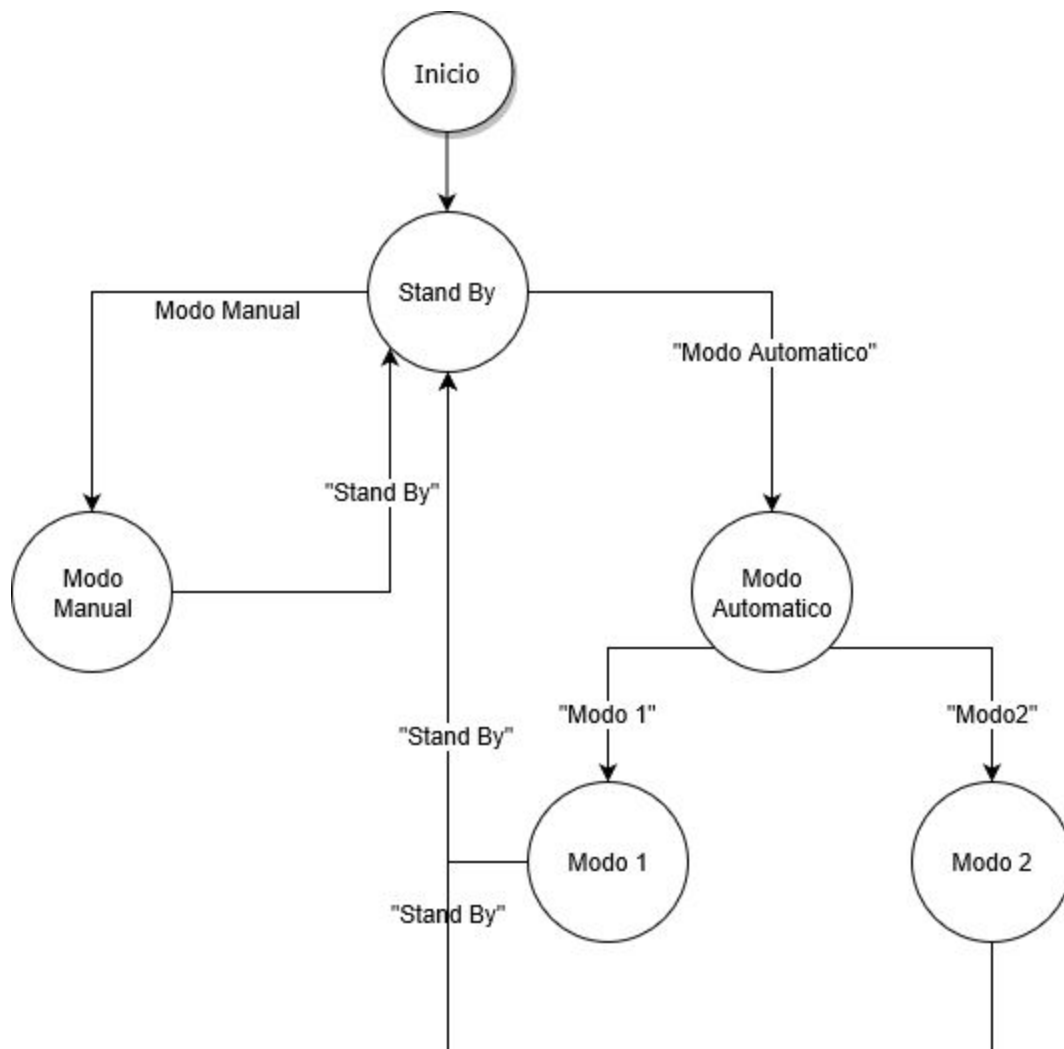


Imagen 3: Diagrama de estados de alto nivel del programa

## Modo Automático

El modo más simple de uso es el modo automatico, lo unico se le debe indicar al robot es el ejercicio que debe ejecutar, los ejercicios vienen precargados en la programación.

Los ejercicios automáticos que vienen precargados son las rutinas más cotidianas que se utiliza en el deporte para ejercitar distintos aspectos del juego.

Ver los anexos 1 y 2 para más detalles sobre los comandos para ejecutar el modo automatico y cuales son las rutinas que se ejecutan.

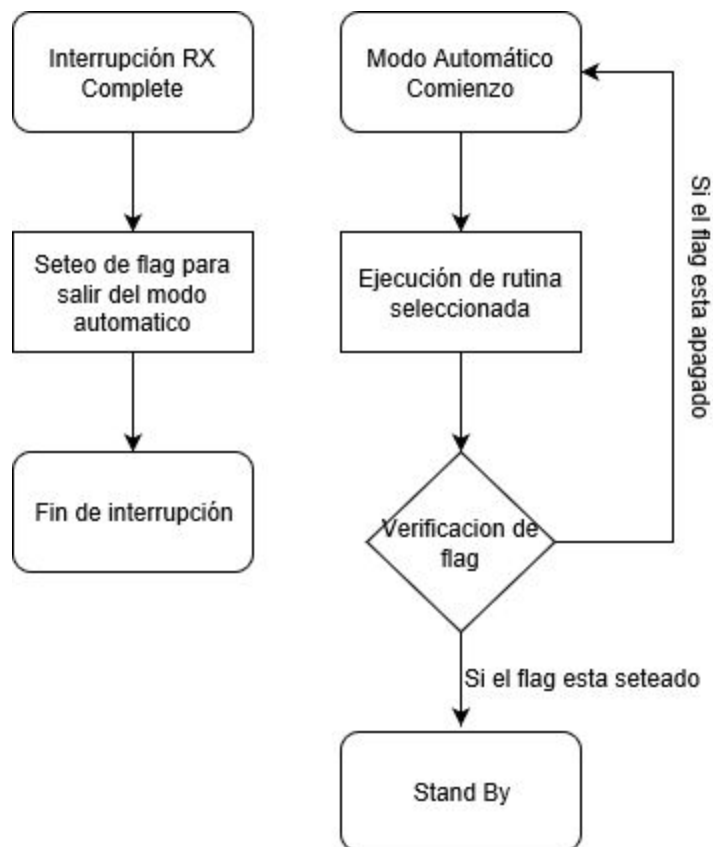


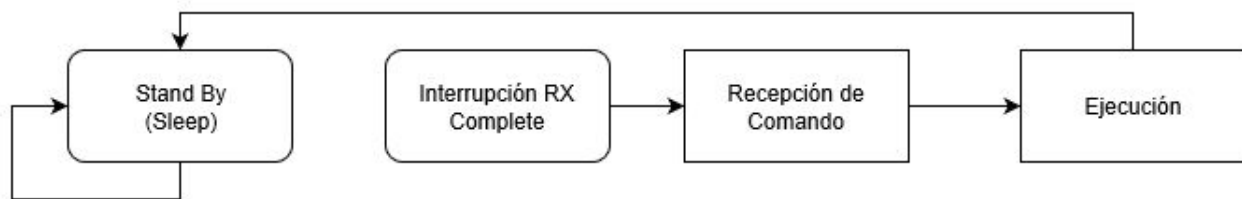
Imagen 4: Flujo de los modos automáticos

## Modo Manual

En el modo manual, se pueden configurar distintos parámetros del robot por separado para lograr una variedad de tiros mucho mayor a los del modo automático, específicamente se pueden setear la velocidad de disparo, el ángulo de disparo y el momento en el cual disparar, cabe aclarar que este modo es para usar entre dos personas, mientras una entrena, la otra controla el robot.

Ver el anexo 1 para más detalles sobre los comandos para configurar cada parámetro.

En el modo manual, el microcontrolador, ingresa en el modo sleep hasta recibir un comando, esto hace que se active la interrupción de recepción completa, luego se lee el dato recibido y se ejecuta el código correspondiente en función del mismo.



*Imagen 5: Flujo en el modo manual*



## Control de motores

En las secciones siguientes se verá la parte técnica del desarrollo.

### Control de PWM para motores DC

Los motores DC son controlados poniendo en uno de sus bornes una señal PWM, esta señal se logra aprovechando el modo de funcionamiento 'Fast PWM' de los distintos timers que posee el microcontrolador.

En este caso, se utiliza el oscilador de 16MHz del ATmega2560 para alimentar un timer del mismo a una frecuencia de aproximadamente 62,5 KHz y para lograr distintas velocidades, se va cambiando el registro comparador para así construir distintos duty cycles.

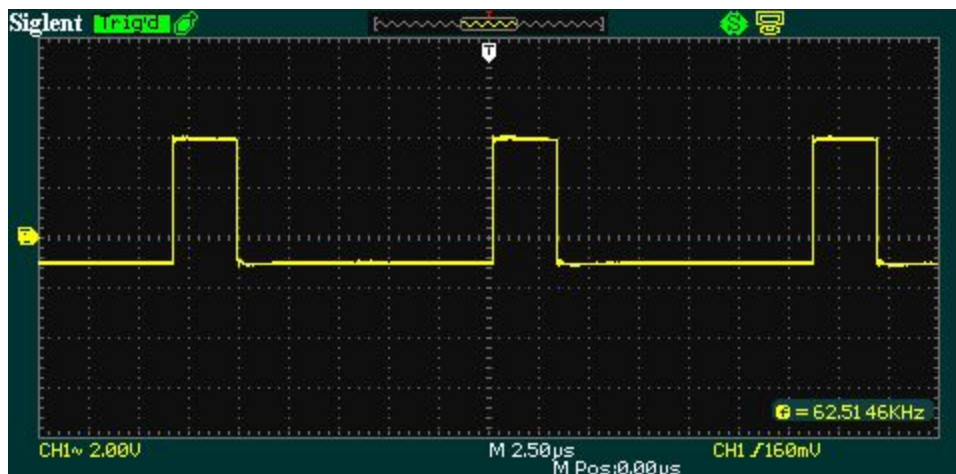


Imagen 6: PWM para control de motor DC

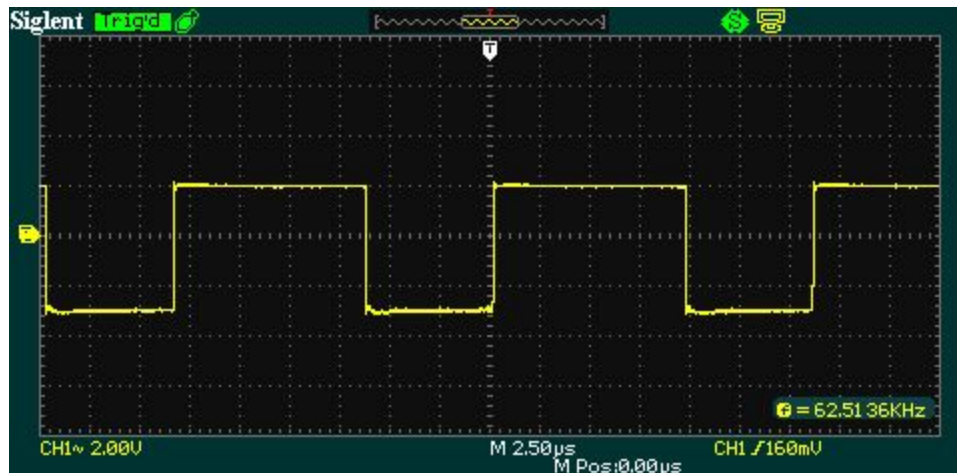


Imagen 7: PWM para control de motor DC

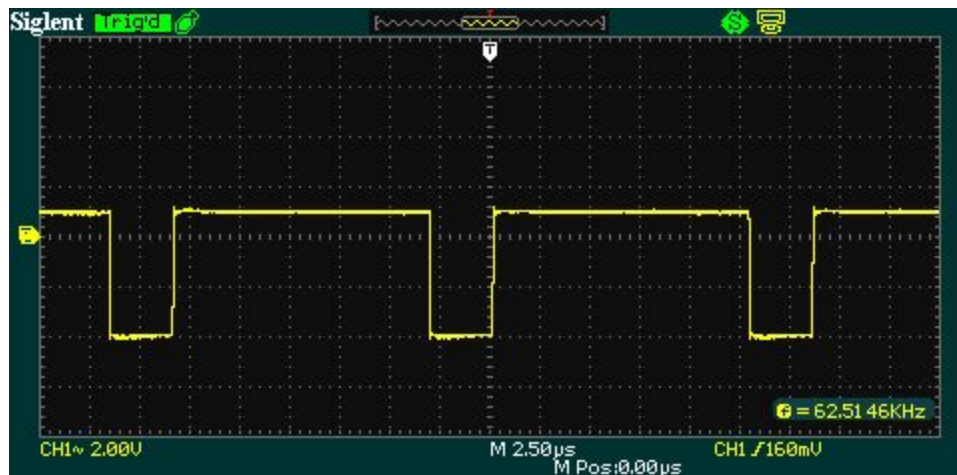


Imagen 8: PWM para control de motor DC

Cuando hay un match entre la cuenta del timer y el registro comparador, la señal se apaga. La trampa está en los motores disparadores, en cuyo caso el motor debe poder configurarse para que funcione en ambos sentidos de giro, para lograr esto lo que se hace es invertir el otro borne del motor (si estaba en 0v se manda a Vin, si estaba en Vin se manda a 0v) y a la vez complementar el PWM para mantener la velocidad que se tenía antes de invertir el sentido de giro.

## Control de PWM para Servos

El caso de los Servos es similar a los motores DC pero con una vuelta de tuerca extra, los servos reciben una señal de control por PWM pero esta señal debe estar en un rango de frecuencia particular, además para moverse no utilizan todo el rango disponible de duty cycle (0-100%) sino que utilizan un rango más pequeño que define el ángulo de giro (5-10%) de 180 grados.

Para controlarlos entonces se utilizó un prescaler sobre la señal del timer para lograr una frecuencia aproximada de 60 Hz, además se fueron probando distintos valores para el registro comparador para poder lograr la máxima amplitud de movimiento del servo.

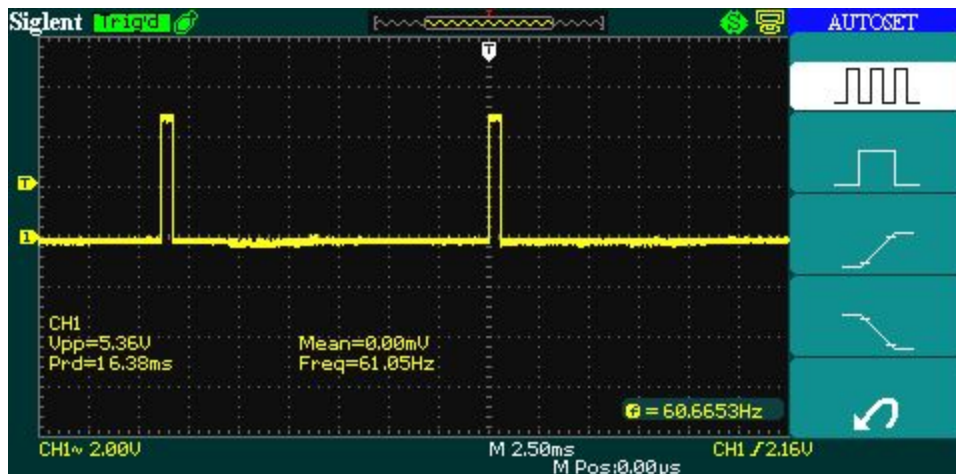


Imagen 9: PWM para control de servomotor

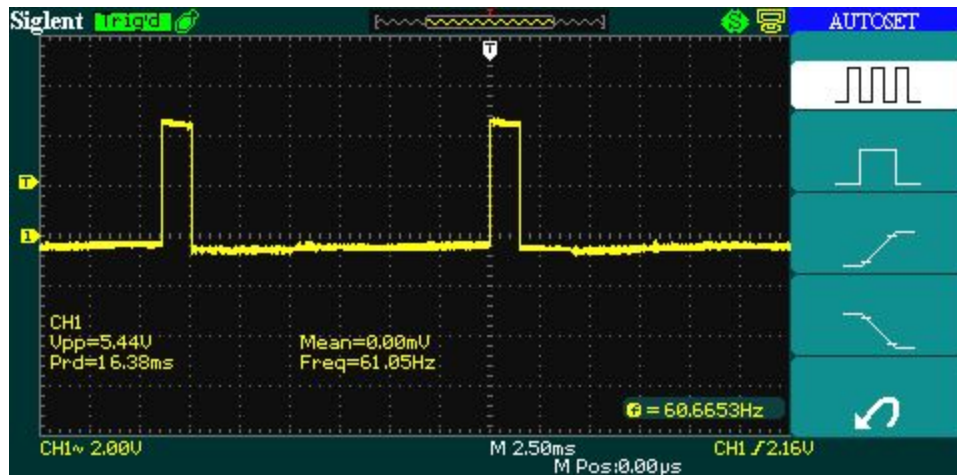


Imagen 10: PWM para control de servomotor

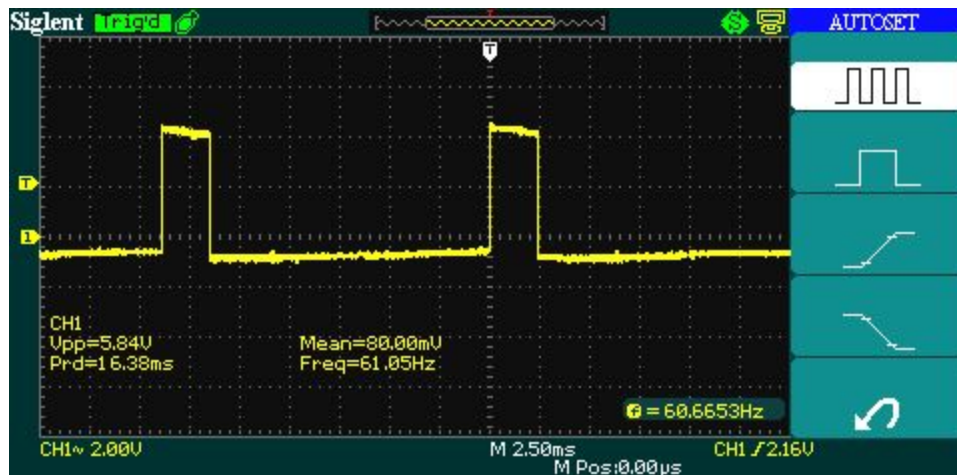


Imagen 11: PWM para control de servomotor

## Comunicación Serial

Para la comunicación se utilizó el módulo USART del microcontrolador para establecer una conexión con un dispositivo móvil.

La comunicación se configuró en modo asincrónico con un baud rate de 9600.

### Comunicación Serial: Proveedor

Por parte del dispositivo móvil, se establece la comunicación mediante bluetooth con el modulo HC-05 y para poder enviar los comandos se utiliza cualquier aplicación genérica de bluetooth disponibles en Play Store, se aclara que se probó con un dispositivo Android pero los principios deberían ser los mismo para un dispositivo iOS.

Ver el Anexo 1 para poder configurar la aplicación con los comandos que espera recibir el robot.

## Descripción de Hardware

A continuación un diagrama en bloques del hardware utilizado:

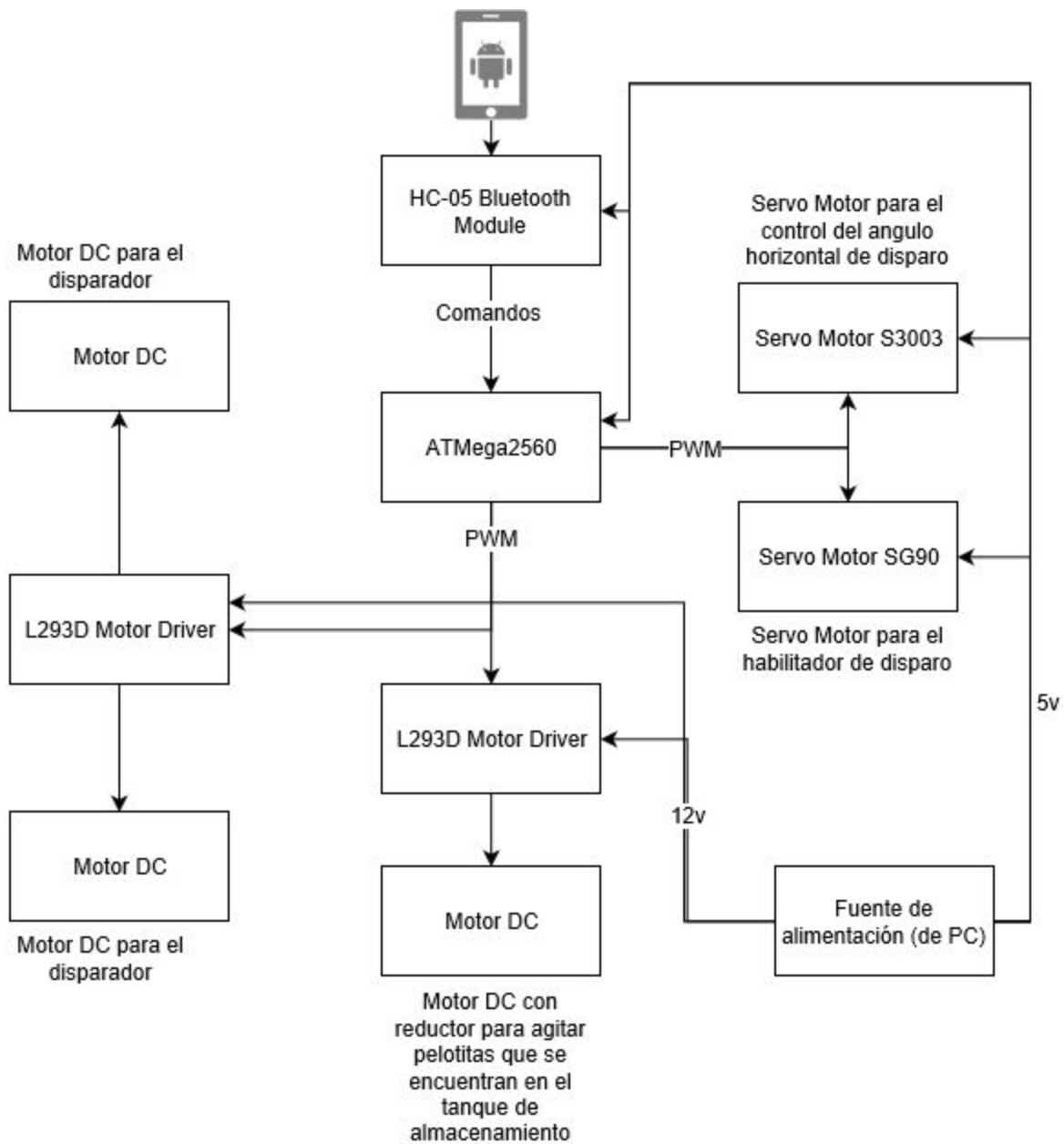


Imagen 12: diagrama general de bloques

Como se puede observar, se utilizan dos motores DC para disparar además de uno para agitar las pelotitas, también se utilizan dos servomotores, uno para el movimiento horizontal y otro para la habilitación de disparo.

## Diagrama Esquemático

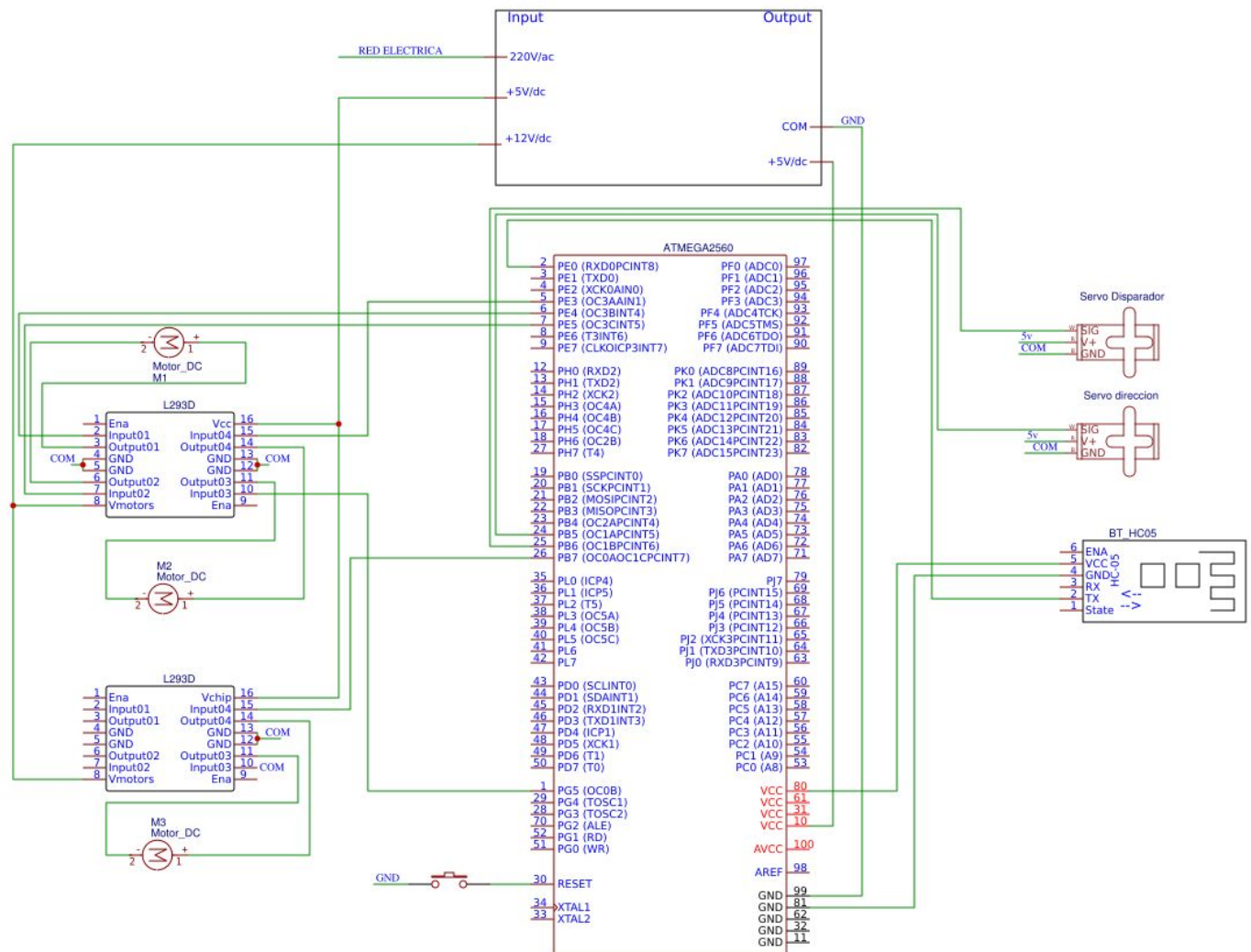


Imagen 13: Diagrama esquemático del proyecto

## Conclusiones

En el desarrollo del proyecto, se tuvo que utilizar distintos módulos del microcontrolador ATmega2560, los módulos aplicados fueron diferentes timers y comunicación serial USART, además, por primera vez se tuvo la experiencia de programar un microcontrolador a bajo nivel con fines prácticos.

A nivel mecánico, se intentó obtener un resultado lo más realista posible dentro de un presupuesto reducido para invertir en hardware, la idea fue obtener un modelo “low cost” de las costosas versiones comerciales disponibles en el mercado.

La principal ventaja del proyecto es la posibilidad de poder programar rutinas de entrenamiento completamente personalizables, lo cual no es posible en los modelos comerciales, que cuales vienen con rutinas precargadas y no se pueden modificar. Las distintas rutinas de entrenamiento se encuentran programadas de forma estática, un punto a mejorar sería darle al usuario final la posibilidad de configurarlas a través de una interfaz de usuario.

Otro punto a mejorar es la falta de versatilidad en los motores que controlan el disparo, ya que son motores que generan muchas revoluciones pero poco torque por lo que la variación de velocidades no es precisa ni rápida.

El resultado es un dispositivo que cumple con los objetivos planteados, con margen para futuras mejoras, pero que podría ser muy útil en el uso para entrenamientos diarios.



## Anexo 1: Comandos

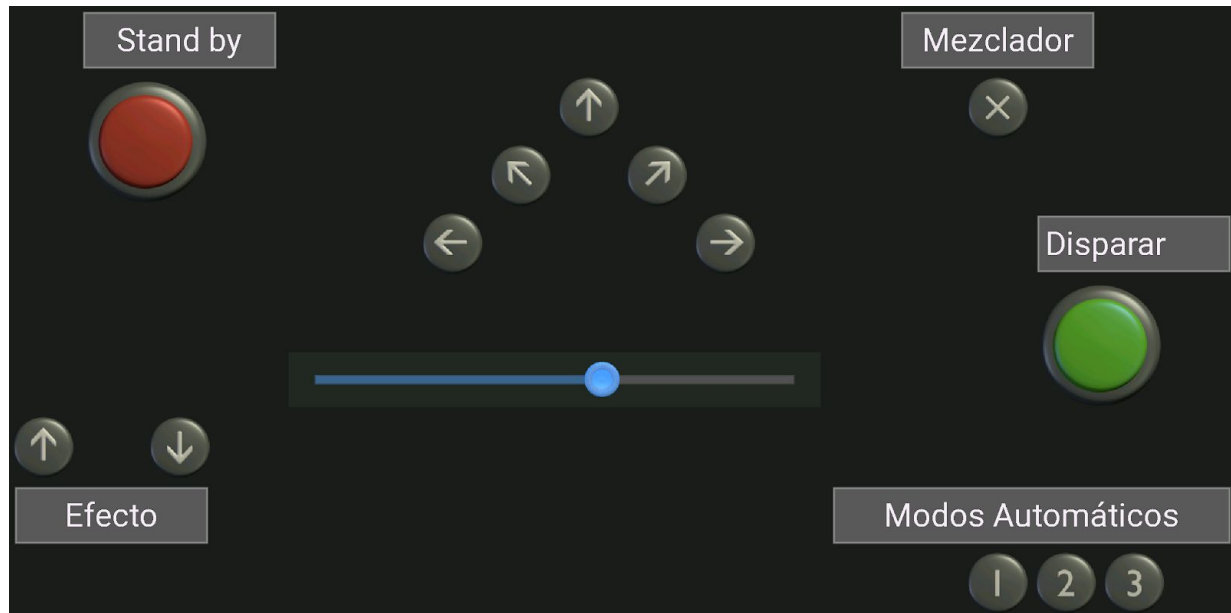
En este anexo se describen los comandos que dirigen el funcionamiento del robot

Comando	Comentario	Acción
s		Ir al estado 'stand by'
a + q	q entero entre 1 y 3	Ir al modo automático 'q'
b		Configurar el disparo con backspin
t		Configurar el disparo con topspin
v + q	q entero entre 0 y 5	Configurar la velocidad de disparo
n + q	q entero entre 1 y 5	Configurar el ángulo de disparo
d		Disparar
m		Arrancar el mezclador de pelotitas

*Tabla 1: Lista de comandos*

Con estos comandos se podrá controlar el robot, ya sea enviando los comandos a través de una terminal al puerto serie del microcontrolador, o configurando una aplicación propia para que envíe los comandos correspondientes al presionar botones.

Se encontro una aplicacion en la play store ideal para manejar el robot, la cual permite configurar distintos controles para que mandes los comandos correspondientes para controlar el robot. El nombre de la aplicación es "Bluetooth Electronics". En la imagen 13 se puede observar una captura de pantalla con los controles.



*Imagen 14: Pantalla de la aplicación para controlar el robot.*

## Anexo 2: Ejercicios Automáticos

El robot posee tres modos automáticos preprogramados, a continuación una breve descripción de las acciones que realiza en cada modo:

### Modo 1

Este modo se ejecuta con la máxima velocidad de disparo, se ejecutan los siguientes pasos en un loop infinito o hasta cambiar de modo. Es el ejercicio más clásico para trabajar la movilidad de piernas en el deporte.

Acciones en orden de ejecución
Disparo a la derecha
Delay 3/4 de segundo
Disparo al centro
Delay 3/4 de segundo
Disparo a la derecha
Delay 3/4 de segundo
Disparo a la izquierda

*Tabla 2: Modo automático 1*

## Modo 2

Este ejercicio sirve para ejercitar golpes de revés, corte, drive y contratop.

Acciones en orden de ejecución
Disparo corto a la izquierda
Delay 1 segundo
Disparo medio a la izquierda
Delay 1 segundo
Disparo largo a la izquierda

*Tabla 3: Modo automático 2*

## Modo 3

En este modo se ejercitan los distintos golpes de derecha, corte, drive, y contratop.

Acciones en orden de ejecución
Disparo corto a la derecha
Delay 1 segundo
Disparo medio a la derecha
Delay 1 segundo
Disparo largo a la derecha

*Tabla 4: Modo automático 3*

## Anexo 3: Componentes y costos

En este anexo se enumeran los componentes del proyecto y su costo aproximado:

### Componentes electrónicos

	Costo	Cantidad	Total
L293D Motor Driver	\$150.00	2	\$300.00
Arduino Mega	\$600.00	1	\$600.00
Programador UsbTiny	\$125.00	1	\$125.00
Cables	\$100.00	2	\$200.00
Placa experimental	\$170.00	1	\$170.00
Modulo Bluetooth HC-05	\$250.00	1	\$250.00
Fuente de PC	\$400	1	\$400
			<b>\$2,195.00</b>

*Tabla 5: Componentes electrónicos y costos*

## Componentes mecánicos

	Costo	Cantidad	Total
Motor DC	\$150	2	\$300.00
Motor DC con reductor	\$115.00	1	\$115.00
Servo S3003	\$260.00	1	\$260.00
Servo SG90	\$80.00	1	\$80.00
Ruedas	\$150	2	\$300
Tubos Pvc	\$100	1	\$100
Extras	\$150	1	\$300
			<b>\$1,455.00</b>

*Tabla 6: Componentes mecánicos y costos*

## Anexo 4: Código