



Diseño de un robot para competencia de Robofut

Manuel Antonio Arenas Méndez¹, Onam Alonso Hernández

¹Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
manuel.arenas@itspanuco.edu.mx

RESUMEN

Las competencias de mini robótica actualmente han tomado mucha relevancia en prácticamente todos los niveles educativos, desde primaria hasta nivel universitario, debido a la gran cantidad de torneos y competencias locales, regionales, nacionales e internacionales auspiciadas por instituciones educativas (UNAM, IPN y TecNM), asociaciones de robótica (Federación Mexicana de Robótica, Asociación Tamaulipeca de Robótica y Tecnología A.C. y Asociación Americana de Robótica y Tecnología A.C.) y empresas de robótica educativa (VEX Robotics y Lego League).

En las competencias existe una amplia variedad de clasificaciones como persecución de robots, robot sumo, robo insecto, robot de rescate, robot de laberinto, robofut, entre otras. Cada una de las clasificaciones cuenta con categorías y niveles para todos los ámbitos educativos.

Hablando de forma particular de la competencia de robofut esta consiste en el enfrentamiento de dos equipos, donde la cantidad de robots por equipo son definidas por las reglas del torneo en particular, en una mini cancha, cuyo tamaño igualmente lo definen las reglas del torneo, que emula una cancha de futbol profesional con sus dos porterías.

Los robots de futbol pues ser autónomos o controlados por los integrantes del equipo y la finalidad es lograr introducir una pelota dentro de la portería mientras el rival trata de impedirlo, el juego generalmente se maneja en tres tiempos de tres minutos.

La implementación del robot dependerá si el torneo es realizado por alguna empresa de robótica educativa en cuyo caso se deben de utilizar los kits que ofrecidos por la empresa, o si es de categoría libre en donde los participantes pueden implementar los robots con el diseño de su elección cuidando que este cumpla con la normatividad establecida.

El presente trabajo describe el desarrollo de un robot controlado para competencia de robofut de diseño libre. El robot cuenta con una estructura equipada por dos motores, una tarjeta de desarrollo Arduino, una tarjeta de potencia para el control de los motores y un dispositivo Bluetooth para su manejo mediante un dispositivo móvil.

Palabras clave: Robofut, Impresión 3d, Mini Robótica, Sensores, Actuadores.

INTRODUCCIÓN

El reglamento de competencia de Robofut del torneo de RoboMatrix (Astudillo 2019) establece que es una categoría en la que dos robots radio controlados, diseñados para simular un partido de fútbol, se enfrentan en un campo de juego similar al deporte original. De igual forma establece que los equipos deben ser de hasta 2 integrantes donde cada uno controla inalámbricamente un robot en particular con el control remoto. Esta competencia cuenta con dos subcategorías:

1. Robofut Mini
 - a) Forma del Robot: Cilíndrico o Rectangular.
 - b) Medidas: hasta 15cms. por lado o 15cms de diámetro en el caso de ser cilíndrico.
 - c) Plataforma abierta.
 - d) Altura no restringida.
 - e) Peso máximo de 1kg.
2. Robofut Mega
 - a) Kits: LEGO, VEX, Makeblock o abierto.
 - b) Medidas: Mínimo 16cms y máximo 30cms por lado.
 - c) Altura no restringida.
 - d) Peso de Máximo 2kgs.

En el torneo realizado por la Asociación Tamaulipeca de Robótica y Tecnología A.C. el reglamento de Robofut (López 2019) establece que los equipos participantes pueden ser de tres integrantes máximo con un robot cada integrante. Dos integrantes podrán estar dentro de la cancha controlando de manera inalámbrica el robot por medio de radio frecuencia o Bluetooth y un integrante será banca para realizar cambios durante el partido. Cada equipo deberá estar diferenciado con un color y escudo particular para poder identificarlo durante el desarrollo del juego, es decir, tanto los participantes como los robots deberán tener un color base y un escudo.

En cuanto al prototipo el reglamento especifica que el ancho del robot medido en cualquier dirección no podrá exceder de 25 centímetros mientras que la altura y el peso no están restringidos.

El presente documento describe el diseño y desarrollo de dos prototipos de robofut diseñados específicamente para participar en el torneo de Robolinki, en la categoría Robofut, organizado por la Asociación Tamaulipeca de Robótica y Tecnología A.C. en el mes de noviembre del 2019.

Es importante mencionar que para la implementación del prototipo se tomó como base videos disponibles en internet y en sitios de robótica estudiantil (Profe 2011) ya que las publicaciones revisadas manejan conceptos de robótica en las cuales los robots son

completamente autónomos e interactúan entre ellos para el planteamiento de estrategias contra el equipo rival (Connolly 2004; Beaudry *et al.* 2005) así como disponen de programación y hardware de reconocimiento de imágenes para la localización de la pelota (Bouchard *et al.* 2008), conceptos que exceden la formación académica obtenida por parte de los alumnos que participan en las competencias.

MÉTODO

El método aplicado para la realización del proyecto la podemos resumir en los siguientes puntos:

1. Selección de los materiales y componentes electrónicos y eléctricos necesarios.
2. Diseño y desarrollo del chasis y el sistema de locomoción del prototipo robofut.
3. Programación de los algoritmos de operación del prototipo robofut.

RESULTADOS

Para la implementación del prototipo robofut se tomó como base un chasis en configuración de triciclo (Téllez 2017) (Figura 1).

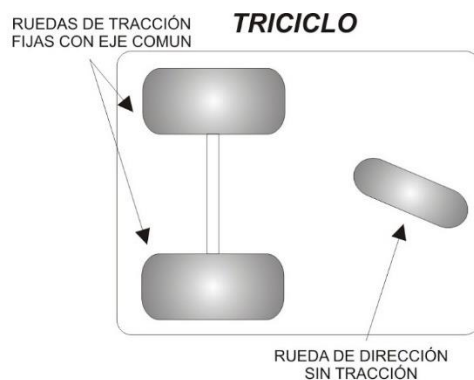


Figura 1. Chasis en configuración triciclo (Téllez 2017).

El control del robot se realizó mediante una tarjeta de desarrollo Arduino UNO (Figura 2), debido a su facilidad de programación y versatilidad para la conexión de sensores y actuadores.



Figura 2. Tarjeta de desarrollo Arduino UNO, de www.arduino.cc.

Para el manejo de los motores se empleó una tarjeta de potencia SparkFun Monster Moto Shield (Figura 3). Con esta tarjeta se pueden manejar dos motores y controlar su sentido de giro y velocidad de forma independiente mediante señales digitales y de modulación de ancho de pulso (PWM, por las siglas del inglés Pulse Width Modulation), respectivamente, provenientes de la tarjeta Arduino UNO.

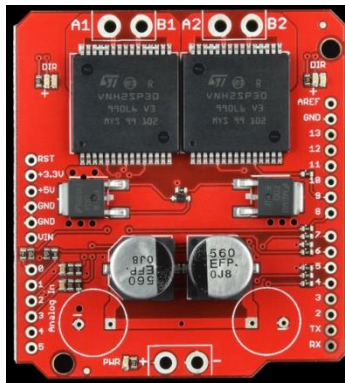


Figura 3. SparkFun Monster Moto Shield, de <https://www.sparkfun.com/products/10182>.

El control inalámbrico de los prototipos se realizó mediante la aplicación Controlador Bluetooth Arduino (Figura 4), para dispositivos móviles, disponible de forma gratuita para su descarga en la Google Play Store.



Figura 4. Controlador Bluetooth Arduino por Giumig Apps.

De acuerdo con el programador (Giumig Apps 2016) esta aplicación tiene una interfaz de usuario simple y es fácil de configurar y le permite al usuario conectarse en 4 modos diferentes:

- Modo de controlador: este modo presenta una interfaz de controlador de juego. Al presionar cualquiera de los botones en pantalla se enviará un comando correspondiente a su Arduino.
- Modo de cambio: el modo de cambio consiste en un solo botón que puede usar para controlar un interruptor conectado de forma remota.
- Modo de atenuación: el modo de atenuación puede enviar valores cambiantes a su Arduino, útil para controlar factores como el brillo y la velocidad.
- Modo terminal: envía comandos personalizados a través de este modo, requiere de la realización de algunas líneas de código propio para la tarjeta de desarrollo Arduino para decodificar los comandos.

La conexión inalámbrica de los prototipos se realizó mediante un transmisor Bluetooth HC-05, figura 5, conectado al puerto serial de la tarjeta de desarrollo Arduino UNO.

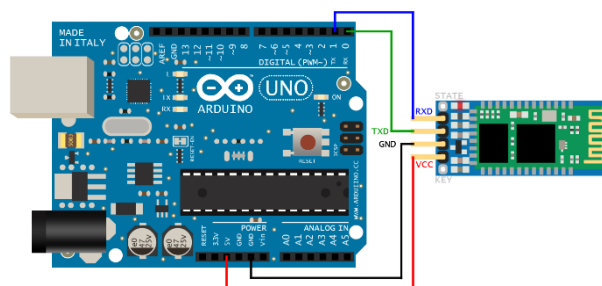


Figura 5. Conexión de transmisor Bluetooth HC-05 a tarjeta de desarrollo Arduino UNO, de www.hetprostore.com.

Los motores utilizados en los prototipos son motorreductores modelo 37D 50:1 de la marca Pololu (Figura 6), lo cuales se caracterizan por contar con una velocidad de 200 revoluciones por minuto (rpm) y un torque máximo de 12 Kg-cm bajo una alimentación de 12V.



Figura 6. Motorreductor 37D 50:1, de www.pololu.com.

Las ruedas de los prototipos se implementaron a partir de tacones de hule de suspensión de camioneta de 5.5 centímetros de diámetro (Figura 7).



Figura 7. Rueda de hule, de www.crya.com.mx.

Para las ruedas sin tracción se utilizaron dos ruedas locas de una pulgada de diámetro por prototipo (Figura 8).



Figura 8. Rueda loca de plástico, de www.robodacta.mx.

En cuanto a la alimentación eléctrica se utilizó una batería de iones de litio (LIPO) de 11.1 volts a 5.2 Ah (Figura 9).



Figura 9. Batería 11.1 V 5200mAh 3S 12C, de www.hobbyking.com.

En la figura 10 se muestra el diseño en el software Autodesk EAGLE de la base de los prototipos, de 22 por 15 centímetros, las cuales se elaboraron a partir de hojas de acrílico de 3 mm cortadas mediante maquinado de Control Numérico Computarizado (CNC), en la misma figura se muestra la disposición de alguno de los componentes utilizados.

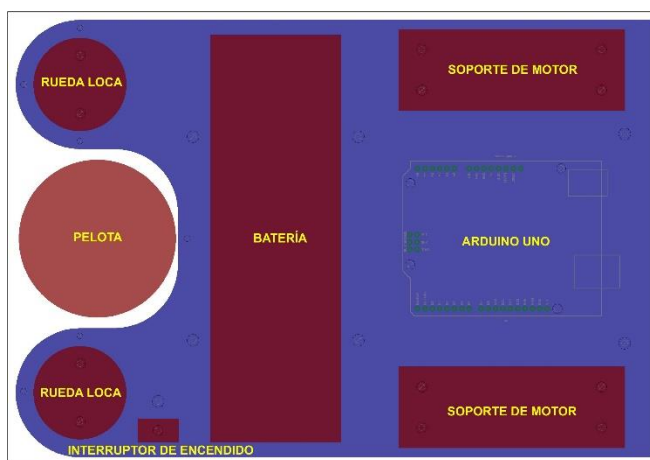


Figura 10. Diseño de base de los prototipos.

Se diseñaron, en el software en línea Tinkercad, e implementaron mediante impresión 3d los ejes para el montaje de las ruedas en los motores y una pieza de protección frontal para los prototipos (Figura 11).

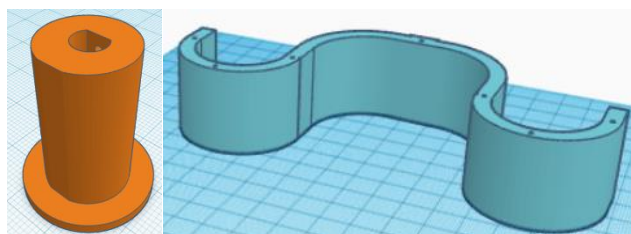


Figura 11. Piezas de montaje implementadas en impresión 3d para los prototipos.

Lo soportes para el montaje de los motores (Figura 12), a la base de acrílico se implementaron mediante impresión 3d a partir del diseño Bracket for Pololu 37D gearmotor disponible en el sitio www.thingiverse.com (Jbeale 2014).

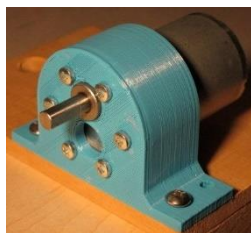


Figura 12. Bracket for Pololu 37D gearmotor.

El código de operación de la tarjeta de desarrollo Arduino Uno de los prototipos se implementó tomando como base el código publicado en línea por Smith (2017). En la figura 13 se muestra uno de los prototipos desarrollados.

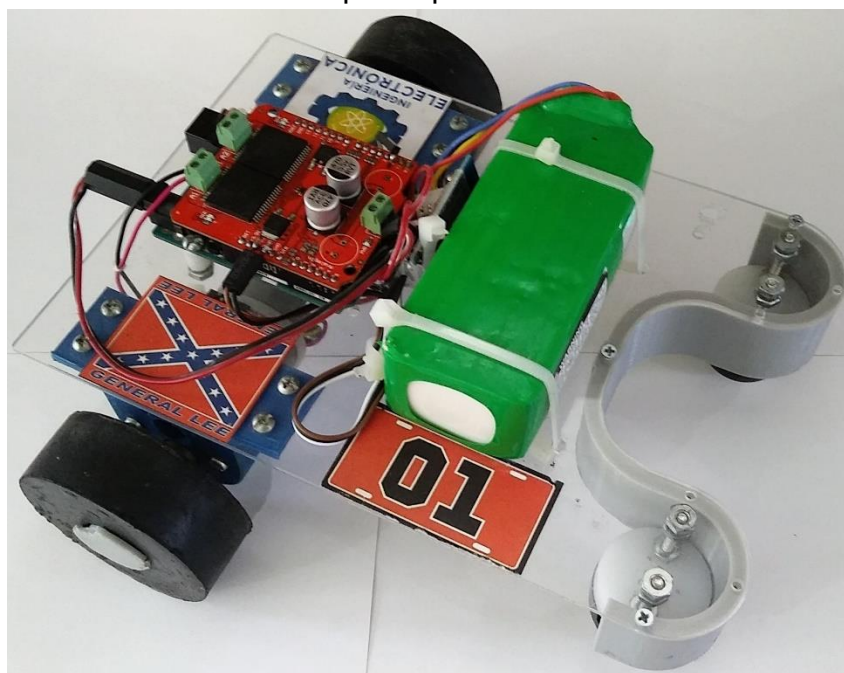


Figura 13. Prototipo de Robofut.

DISCUSIÓN

El código de operación de los prototipos requirió de la implementación de ajustes en cuanto a la generación de las señales PWM debido a que tanto la tarjeta de control SparkFun Monster Moto Shield y los motores presentaban diferencias en su operación en velocidad dependiendo del sentido de giro lo que ocasionaba que los

desplazamientos frontales y en reversa se realizaron a distinta velocidad y con desviaciones considerables respecto a la línea de desplazamiento.

Estos ajustes se realizaron a prueba y error para cada uno de los casos en ambos prototipos debido a que no se implementaron sensores de codificación de retroalimentación para determinar la velocidad de los motores y así realizar un ajuste automático por software.

CONCLUSIÓN

El funcionamiento de los prototipos de robofut superó las expectativas iniciales dado que en noviembre de 2019 se participó en el torneo de robótica Robolinki, organizado por la Asociación Tamaulipeca de Robótica y Tecnología A.C. en la ciudad de Tampico, Tamps., torneo en el cual el equipo de robótica del Instituto Tecnológico Superior de Panuco resultó campeón de la categoría de Robofut (Figura 14).



Figura 14. Campeones Robofut torneo Robolinki 2019.

LITERATURA CITADA

- Astudillo, D. (2019). *ROBOFUT*. Noviembre 30, 2019, de Robomatrix Sitio web: http://robomatrix.org/wp-content/uploads/2019/02/Reglas_Robofut_Modificadas.pdf
- Beaudry, J., Marleau, S. & Fournier, P. (2005). *Robofoot ÉPM Team Description – RoboCup2005 MiddleSize League*. Noviembre 30, 2019, de Researchgate Sitio web: https://www.researchgate.net/publication/228797629_Robofoot_EPM_Team_Description-RoboCup2005_MiddleSize_League

- Bouchard, B., Lapensée, D., Lauzon, M., Pelletier-Thibault, S., Roy, J. & Scott, G. (2008). *Robofoot ÉPM Team Description Paper 2008*. Noviembre 30, 2019, de Escuela Politécnica de Montreal Sitio web: http://robofoot.polymtl.ca/rc_qualification/2008/RobofootTDP2008.pdf
- Connolly, C. (2004). The UK robot football championship. *Industrial Robot: An International Journal*, 31, pp. 405-409.
- Giumig Apps. (2016). *Arduino bluetooth controller*. Noviembre 30, 2019, de Google Play Sitio web: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.giumig.apps.bluetoothserialmonitor&hl=en>
- Jbeale. (2014). Bracket for Pololu 37D gearmotor. Noviembre 30, 2019, de Thingiverse Sitio web: <https://www.thingiverse.com/thing:386102>
- López, J. (2019). *Reglamento ROBOFUT RC*. Noviembre 30, 2019, de Asociación Tamaulipeca De Robótica y Tecnología A.C. Sitio web: <https://www.facebook.com/Robolinki/photos/a.122124995808930/122125099142253/?type=3>
- Profe, D. (2011). *Torneo de Robofut*. Noviembre 30, 2019, de Robótica Educativa Sitio web: <http://roboticaesg2.blogspot.com/2012/03/robofut.html>
- Smith, A. (2017). [Arduino] Bluetooth Controller Communicate with an Arduino using the Bluetooth adapter on your Android device. Noviembre 30, 2019, de Medium Sitio web: <https://medium.com/@smitham42/arduino-bluetooth-controller-ea866f9aac84>
- Téllez, J. (2017). Fundamentos de Minirobótica 1. Noviembre 30, 2019, de Minirobótica y Electrónica en la ESCOM Sitio web: <http://miniroboticaeducativa.blogspot.com/2017/10/fundamentos-de-minirobotica-1.html>