



Robot para competencia en categoría mini sumo

Robot for competition in the minisumo category

Douglas Darío Yagual Beltrán^{1*}

¹Universidad Estatal Península de Santa Elena.
Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones.

La Libertad - Santa Elena. Ecuador.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0768-3695>

Correo: douglasdarioyagual@gmail.com

*Autor para correspondencia: douglasdarioyagual@gmail.com

Resumen

Hoy en día uno de los temas que más llama la atención de los jóvenes es el enfoque en la tecnología moderna, recordando las actualizaciones de nuevos elementos, controladores que poco a poco evolucionan para desarrollar diferentes tipos de proyectos de robótica, una de las categorías es la de robot mini-sumo, su definición viene dada a que estos prototipos se enfrentan dentro de una pista llamada ring donde se declara ganador al robot que se quede dentro del mismo. Existen diferentes tipos de programación para poder realizar estos prototipos, desde Arduino hasta placas más avanzadas. Su diseño viene dado de acuerdo con el gusto de cada persona, sin embargo, si se trata de una competencia lo más recomendable es fabricar un robot con buena estructura metálica o plástica teniendo en cuenta que no sobrepase el peso especificado en cada reglamento de competición. Dentro de cada robot viene dado varios tipos de circuitería en la cual consta de componentes claves para realizar el control de este, como por ejemplo tenemos los motores que deben ser de características esenciales y revoluciones óptimas para un buen desempeño, el controlador de motores, los sensores de detección para el oponente, llantas especializadas entre otros. Tener un buen algoritmo de programación es importante ya que por medio de este se emplea múltiples estrategias de movimiento, velocidad, empuje para que el prototipo que se vaya a realizar pueda adquirir estas destrezas y de esta manera dar un buen rendimiento. En este artículo se estudiará cada una de las variables a tomar en cuenta y los factores que estos conllevan al proceso de elaboración del robot. Un punto importante es también la alimentación a la placa para el control de los motores, ya que no se puede utilizar baterías normales por motivos de que se descargan muy rápido y puede afectar en el rendimiento del prototipo. Lo que se recomienda para este caso, no solo en categoría mini-sumo, sino también en seguidores de línea, laberintos, balancín entre otros se debe utilizar baterías Li-po ya que estas tienen buen amperaje y su voltaje dura por mucho más tiempo.

Palabras claves: tecnología moderna, robótica, controladores, estrategia.

Abstract

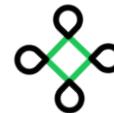
Nowadays one of the topics that most attracts the attention of young people is the focus on modern technology, remembering the updates of new elements, controllers that little by little evolve to develop different types of robotics projects, one of the categories is the definition of the mini-sumo robot is that these prototypes face each other inside a track called a ring where the robot that stays inside is declared the winner. There are different types of programming to be able to make these prototypes, from Arduino to more advanced boards. Its design is given according to the taste of each person, however, if it is a competition, it is most advisable to manufacture

1



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons de tipo (CC-BY-NC-SA).

E-mail: editorial@ecosur.gopsapp.com



a robot with a good metal or plastic structure, taking into account that it does not exceed the weight specified in each competition regulation. Within each robot there are several types of circuitry in which it consists of key components to control it, such as, for example, we have the motors that must have essential characteristics and optimal revolutions for good performance, the motor controller, the detection sensors for the opponent, specialized tires among others. Having a good programming algorithm is important since it uses multiple movement, speed, and push strategies so that the prototype to be made can acquire these skills and thus provide good performance. In this article, each of the variables to be taken into account and the factors that these lead to the robot development process will be studied. An important point is also the power supply to the board to control the motors, since normal batteries cannot be used because they discharge very quickly and can affect the performance of the prototype. What is recommended for this case, not only in the mini-sumo category, but also in line followers, mazes, see-saws, among others, you should use Li-po batteries since these have good amperage and their voltage lasts much longer.

Keywords: modern technology, robotics, drivers, strategy.

I. Introducción

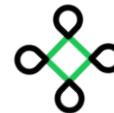
Un robot mini sumo implica en su diseño la creación de una maquina compacta y ágil especialmente diseñada para enfrentarse en una competición de empuje y estrategia en un pequeño ring. Estos robots pueden ser de tipo autónomos o también controlados por el usuario mediante control remoto. Son una expresión fascinante de la combinación entre ingeniería, diseño y programación ya que deben ser capaces de detectar al oponente, reaccionar rápidamente y utilizar tácticas inteligentes para ganar en el enfrentamiento.

En la competencia de un mini sumo, los robots compiten en un área reducida con la tarea principal de empujar al oponente fuera del ring. Esto requiere un enfoque meticuloso en términos de construcción, elección de materiales, sistemas de detección y estrategias de movimiento. El diseño de un robot mini sumo debe considerar tanto la mecánica como la electrónica, asegurando una combinación eficiente de tracción, estabilidad y capacidad de respuesta (Ramos Rambay Linier Ignacio, 2022).

Cada detalle, desde la elección de las ruedas y motores, hasta la programación y algoritmos necesarios de detección y maniobra juegan un papel crucial en el desempeño del robot. La competencia no solo se trata de construir una maquina poderosa, sino también de diseñar una estrategia efectiva para superar a los oponentes y adaptarse a situaciones cambiantes en tiempo real (Ramos Rambay Linier Ignacio, 2022).

El uso de robots en la vida diaria es uno de los principales desafíos no solo para las grandes empresas encargadas de su producción, sino también para los usuarios que deben estar preparados para hacer un uso adecuado de los mismos. Los avances tecnológicos y su fácil disponibilidad, ha permitido el desarrollo de numerosas aplicaciones que tienen como propósito en común, facilitar las actividades del hombre y aportar de forma positiva en la calidad de vida de las personas. Por tanto, esto ha generado un creciente interés en el área del conocimiento de sistemas embebidos y desarrollo de sistemas robóticos, desde aplicaciones en la salud, domótica, aeroespacial, industria, entretenimiento hasta en competencias usando robot como elementos de combate. Esta última aplicación ha despertado el interés de personas de todas las edades a nivel mundial, desde niños hasta adultos quienes tiene una pasión en común sobre sistemas autónomos e inteligentes (Benavides et al., 2020).





El desarrollo de los sistemas embebidos, especialmente el desarrollo de robots para competencias en las diferentes categorías se ha convertido en una herramienta pedagógica para la enseñanza de diversas temáticas en programas de licenciaturas e ingenierías. Esta alternativa, ha permitido no solo afianzar conceptos, sino también desarrollar habilidades prácticas a través de la implementación de los desarrollos tecnológicos.

Particularmente se evidencia un mayor fortalecimiento en las capacidades de solución de problemas, programación y habilidades de implementación con los estudiantes de colegios y estudiantes universitarios de primeros semestres.(Avendaño Fernández et al., 2019).

La modalidad de Sumo robot fue inventada en Japón a finales de los años ochenta por Hiroshi Nozawa, presidente de Fuji Software. Su objetivo era que los estudiantes se interesasen en la robótica. El primer torneo de exhibición se realizó en 1989 y participaron 33 robots. El primer campeonato oficial fue en 1990 y lucharon 147 robots. Desde entonces el crecimiento del sumo robot en Japón ha sido imparable. Mas de 4000 robots participaron en la Liga de 2001(Lukacs et al., 2017).

Conceptos de diseño mecánico y electrónico hace que la robótica móvil pueda ser una poderosa herramienta pedagógica para motivar la creación e innovación en múltiples aplicaciones.

Uno de los problemas fundamentales que se presentan es que el robot debe tener la capacidad de detectar al enemigo. Otro problema es que el robot debe tener como prioridad avanzar cuando entra en contacto con el robot enemigo para tratar de empujarlo y someterlo. De modo que pueda entrar en competencia con su enemigo y lograr la victoria. Por lo tanto, se pretende diseñar un algoritmo de control que pueda cumplir estos requerimientos mínimos, además de definir un dispositivo para programarlo.(Lukacs et al., 2017).

II. Materiales y métodos

Para poder llevar a cabo la implementación de un prototipo de competencia en categoría mini-sumo, es una tarea que involucra varias etapas cruciales para lograr un robot efectivo y competitivo en el área de combate.

Desde la mecánica y la electrónica, hasta la programación y estrategia que se implemente para de esta manera elaborar un robot capaz de sobrepasar sus límites. Cada aspecto es esencial para alcanzar el éxito en la competencia, en resumen, el diseño de un robot mini sumo es una combinación de ingeniería mecánica, electrónica, programación y tener una visualización amplia para poder generar estrategias. Requiere un enfoque integral y sobre todo creatividad para crear una maquina capaz de dar buenos resultados en luchas de empuje y en el campo de la robótica.

Cinemática del robot mini-sumo

En términos de cinemática, se analiza la forma en que el robot se mueve por lo que hay que tener en cuenta las variables visibles dentro y fuera del robot, la posición, orientación, velocidad y aceleración. Este estudio implica dos aspectos principales. La cinemática directa y la cinemática inversa.

A continuación, se detalla un gráfico para poder tener un mejor entendimiento de lo que se está mencionando.



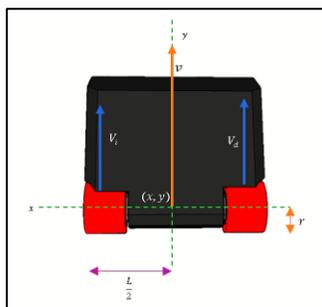


Figura 1. Cinemática de un robot mini sumo

La cinemática directa se ocupa de determinar la posición y orientación del robot en función de sus velocidades y aceleraciones. Esto implica calcular la trayectoria que seguirá el robot y como se moverá en el ring para alcanzar a su objetivo. Esta ciencia directa también ayuda a determinar la posición de los sensores y actuadores en el prototipo.

La cinemática directa se ocupa de determinar la posición y orientación del robot en función de sus velocidades y aceleraciones. Esto implica calcular la trayectoria que seguirá el robot y como se moverá en el ring para alcanzar a su objetivo. Esta ciencia directa también ayuda a determinar la posición de los sensores y actuadores en el prototipo.

La cinemática directa se ocupa de determinar la posición y orientación del robot en función de sus velocidades y aceleraciones. Esto implica calcular la trayectoria que seguirá el robot y como se moverá en el ring para alcanzar a su objetivo. Esta ciencia directa también ayuda a determinar la posición de los sensores y actuadores en el prototipo.

La cinemática directa se ocupa de determinar la posición y orientación del robot en función de sus velocidades y aceleraciones. Esto implica calcular la trayectoria que seguirá el robot y como se moverá en el ring para alcanzar a su objetivo. Esta ciencia directa también ayuda a determinar la posición de los sensores y actuadores en el prototipo.

Velocidad

Este tema es muy importante en la categoría de competencia, donde se considera escoger motores de calidad con buen torque y velocidad. El objetivo principal de estos robots es empujar o sacar del área de combate al oponente, por lo que la velocidad de los motores influye directamente en su capacidad para moverse rápidamente y tomar acciones estratégicas.

Las RPM o revoluciones por minuto son una de las características que tenemos que considerar a la hora de adquirir motores, pero hay que considerar varios factores como el tamaño y peso del prototipo, las dimensiones del área de combate y las regulaciones específicas del torneo. Es importante considerar el equilibrio entre la velocidad y el torque de los motores, ya que mientras más alta sea la velocidad, tendrá un torque más bajo al que se desea habitualmente, y mientras menos velocidad tenga, más torque generaran los motores.

En última instancia, la elección de la velocidad de los motores dependerá de la estrategia del equipo constructor y las características específicas del robot, teniendo en cuenta la velocidad de desplazamiento y también la





capacidad de empuje requerida para tener éxito en las competiciones de mini sumo.

$$v = \omega * r = \frac{dx}{dt} = \frac{F(t)}{m} \quad (1)$$

Donde:

V	Velocidad lineal
ω	Velocidad angular
r	Radio de la llanta

Tabla 1. Parámetros de la ecuación

v : Esta variable representa la velocidad lineal del robot que es la magnitud de la velocidad de un objeto en una dirección específica. En el contexto del robot Mini-sumo, la velocidad lineal se refiere a la rapidez con la que el robot se mueve en línea recta a lo largo del suelo.

ω : Corresponde a la velocidad angular del robot. La velocidad angular es la magnitud de la velocidad de rotación de un objeto alrededor de un eje específico. En el caso del robot Mini sumo, ω se refiere a la rapidez con la que el robot gira alrededor de su centro.

r: Indica el radio de la llanta del robot. El radio se refiere a la distancia desde el centro de la llanta hasta su borde exterior. En este contexto, el radio de la llanta es importante porque determina la relación entre la velocidad angular y la velocidad lineal del robot. Dado que la velocidad angular se mide en radianes por segundo y la velocidad lineal se mide en metros por segundo, el radio de la llanta permite convertir entre ambas unidades.

En la ecuación (1) se muestra como la velocidad lineal (v) está relacionada con la velocidad angular (ω) y el radio de la llanta (r). Además, se observa que la velocidad lineal también puede expresarse como la derivada de la posición (x) respecto al tiempo (t), lo cual indica cómo cambia la posición del robot a medida que pasa el tiempo. Por último, la ecuación también menciona que la velocidad lineal puede ser afectada por la fuerza (F) aplicada al robot en función de su masa (m).

Esta ecuación es válida para un robot que gira alrededor de su propio eje sin tener en cuenta el movimiento de las ruedas individuales. Suponiendo que en el robot mini sumo vamos a utilizar unas llantas de 15mm y tomando una velocidad angular (ω) de $50 \frac{rad}{s}$ podemos obtener el valor de la velocidad que va a alcanzar nuestro robot.

$$v = 50 \frac{rad}{s} \cdot 15 \text{ mm} = 750 \frac{mm}{s} \quad (2)$$





Si asumimos que el robot alcanza su velocidad de trabajo en un tiempo máximo de 1 segundo, podemos calcular la aceleración utilizando la fórmula de aceleración media:

La aceleración media (a) del robot se calcula utilizando la velocidad angular (ω) y el radio de las llantas (r). Esta ecuación muestra que la aceleración media es directamente proporcional al producto de la velocidad angular y el radio de las llantas. Para el caso anterior, la aceleración media sería de 750 mm/s^2 .

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} \quad (3)$$

$$a = \frac{\omega * r - 0}{1} \quad (4)$$

$$a = \omega * r \quad (5)$$

$$a = 50 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 15 \text{ mm} = 750 \frac{\text{mm}}{\text{s}^2} \quad (6)$$

También podemos tener en cuenta las siguientes ecuaciones:

Estas ecuaciones describen cómo cambian las coordenadas x , y y el ángulo de orientación φ de un robot en movimiento. Las ecuaciones de velocidad (\dot{x} , \dot{y} , $\dot{\varphi}$) muestran cómo se mueven las coordenadas en función de las velocidades angulares de desplazamiento ($\dot{\theta}_d$, $\dot{\theta}_i$), el radio de desplazamiento (r) y la longitud característica (l) del sistema.

Las ecuaciones de posición (x , y , φ) integran las velocidades en el tiempo para obtener las posiciones actuales del robot en los ejes x , y y el ángulo de orientación φ .

$$\dot{x} = (\dot{\theta}_d + \dot{\theta}_i) \frac{r}{2} \cos(\varphi) \quad (7)$$

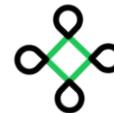
$$\dot{y} = (\dot{\theta}_d + \dot{\theta}_i) \frac{r}{2} \sin(\varphi) \quad (8)$$

$$\dot{\varphi} = (\dot{\theta}_d + \dot{\theta}_i) \frac{r}{l} \quad (9)$$

$$x = x_0 + \int (\dot{\theta}_d + \dot{\theta}_i) \frac{r}{2} \cos(\varphi) dt \quad (10)$$

$$y = y_0 + \int (\dot{\theta}_d + \dot{\theta}_i) \frac{r}{2} \sin(\varphi) dt \quad (11)$$





$$\varphi = \varphi_0 + \int (\dot{\theta}d + \dot{\theta}i) \frac{r}{l} dt \quad (12)$$

A continuación, en la siguiente tabla se mostrará el significado de cada una de sus variables:

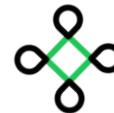
x	Representa la posición en el eje x.
y	Representa la posición en el eje y.
φ	Representa el ángulo de orientación.
\dot{x}	Es la derivada temporal de x, es decir, la velocidad en el eje x.
\dot{y}	Es la derivada temporal de y, es decir, la velocidad en el eje y.
$\dot{\theta}$	Es la derivada temporal de φ , es decir, la velocidad angular.
$\dot{\theta}d$	Es la velocidad angular de desplazamiento deseada o de referencia.
$\dot{\theta}i$	Es la velocidad angular de desplazamiento inicial.
r	Es el radio o distancia desde el punto de rotación al centro de masa del objeto.
l	Es una longitud característica o parámetro específico del sistema.
x_0	Es la posición inicial en el eje x.
y_0	Es la posición inicial en el eje y.
φ_0	Es el ángulo inicial de orientación

Tabla 2. Parámetros de las ecuaciones

Estas ecuaciones representan las velocidades en los ejes x, y y la velocidad angular φ en función de las velocidades angulares de desplazamiento ($\dot{\theta}d, \dot{\theta}i$), el radio de desplazamiento r y la longitud característica. Estas ecuaciones se utilizan en la cinemática de sistemas de movimiento, como robots o vehículos, para describir cómo se mueven en el plano.

Por otro lado, la ecuación $v = \omega * r$ relaciona la velocidad lineal v de un objeto en movimiento circular con la velocidad angular ω y el radio de la trayectoria r . Esta ecuación es aplicable cuando se tiene un movimiento circular, como en el caso de un objeto que gira alrededor de un punto fijo.





La elección entre estas ecuaciones depende del contexto y la aplicación específica. Si estás trabajando con un sistema de movimiento en el plano y necesitas describir la trayectoria y las velocidades en los ejes x, y , entonces las primeras tres ecuaciones son más adecuadas. Si estás analizando un movimiento circular y deseas relacionar la velocidad lineal con la velocidad angular, entonces la ecuación $v = \omega * r$ es la opción correcta.

Torque

El torque es una magnitud física que representa la tendencia de una fuerza a producir una rotación alrededor de un eje. En el contexto de los robots de ruedas, el torque es especialmente relevante en relación con el movimiento y el control de las ruedas.

Generación del torque

El torque se genera mediante el motor o actuador que impulsa las ruedas. El motor convierte la energía eléctrica o la energía almacenada en combustible, en energía mecánica, que se transmite a través de un sistema de transmisión a las ruedas. El torque generado por el motor determina la fuerza disponible para mover el robot y superar la resistencia al movimiento.

Aplicación del torque

El torque se aplica en el punto de contacto entre las ruedas y la superficie sobre la que se desplaza el robot. La dirección y la magnitud del torque determinarán la aceleración, la velocidad angular y el movimiento resultante de las ruedas y, por lo tanto, del robot en su conjunto.

Control del Torque

El control del torque es esencial para el movimiento y el comportamiento deseado del robot. A través del control del torque, es posible regular la velocidad y la aceleración de las ruedas, así como el movimiento general del robot. Esto se logra mediante el control de la corriente o el voltaje suministrado al motor, lo que a su vez afecta el torque producido.

$$T = m \cdot a \cdot r \quad (13)$$

Donde:

T	Torque de salida del motor
m	Masa total por cargar a los motores
a	Aceleración deseada
r	Radio de la llanta

Tabla 3. Parámetros de la ecuación.

T : Representa el torque de salida del motor. El torque es una medida de la fuerza rotacional que ejerce un motor. En el contexto de la cinemática del robot Mini sumo, el torque se refiere a la fuerza generada por los motores que impulsa el movimiento de las ruedas o llantas del robot.





m: Corresponde a la masa total por cargar a los motores. Esta masa incluye el peso del propio robot Mini sumo junto con cualquier carga adicional que pueda llevar, como baterías, sensores, actuadores u otros componentes.

a: Se refiere a la aceleración deseada del robot. La aceleración es el cambio de velocidad en un determinado tiempo. En este contexto, representa la rapidez con la que se desea que el robot aumente su velocidad o cambie su dirección durante su movimiento.

r: Indica el radio de la llanta del robot. El radio se refiere a la distancia desde el centro de la llanta hasta su borde exterior. El radio de la llanta es un factor importante en la ecuación ya que afecta directamente la relación entre el torque aplicado por el motor y la fuerza de tracción generada en las ruedas.

Si deseamos saber cuánto torque va a recaer sobre las llantas gracias a los motores, utilizaremos la ecuación del torque, teniendo así el peso reglamentario del robot mini sumo es de 500gr entonces si este tiene que empujar al robot enemigo tendrá que añadir otros 500 gramos, teniendo así 1kg de peso.

$$T = m \cdot a \cdot r \quad (14)$$

$$T = 1kg \cdot 0.015m \cdot 0.75 \frac{m}{s^2} = 0.011Nm = 112.17 \text{ gr} - cm \quad (15)$$

Por otro lado, la cinemática inversa se enfoca en determinar las velocidades y aceleraciones requeridas para lograr una posición y orientación específicas. Esto implica calcular cómo el robot debe mover sus ruedas o actuadores para lograr un movimiento deseado. La cinemática inversa es importante para el control y la planificación de movimientos precisos del robot Mini sumo.

Ecuación de voltaje del motor

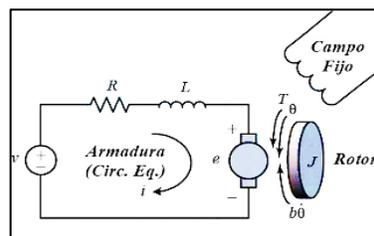


Figura 2. Representación eléctrica del motor

La ecuación describe la relación entre la tensión aplicada al motor, la corriente en el motor, la resistencia, la inductancia y la constante de torque del motor en el dominio de la transformada de Laplace.

Los parámetros de salida dependen del fabricante y están relacionados con la salida del tren de engranes. Estos parámetros tienen el efecto de reducir el momento inercial del objeto.





Esto se puede describir mediante ecuaciones diferenciales que involucran la parte eléctrica y se basan en la ley de voltajes.

$$V = L * \frac{di}{dt} + R * i + K * w \quad (16)$$

Donde:

La transformada de Laplace en un motor DC, la podemos visualizar de la siguiente manera

V	Voltaje
L	Inductancia
i	Corriente
R	Resistor
K	Constante de proporcionalidad
ω	Velocidad angular

Tabla 4. Parámetros de la ecuación

$$L[V] = L \left[L * \frac{di}{dt} + R * i + K * \omega \right] \quad (17)$$

Donde L denota la transformada de Laplace:

$$V(S) = L(S * I(S) - I(O)) + R * I(S) + K * \omega(S) \quad (18)$$

$V(S)$	Transformada de Laplace de la tensión
S	variable compleja de la transformada de Laplace
$I(S)$	Transformada de Laplace de la corriente
$I(O)$	Corriente inicial en el circuito
L	Inductancia
R	Resistencia
K	Constante de proporcionalidad
$\omega(S)$	Transformada de Laplace de la velocidad angular

Tabla 5. Parámetros de la ecuación





Rutina avance en línea recta y giro en su eje

La rutina de avance en línea recta y giro en su eje se basa en el control de dirección, el cual se configura mediante la cinemática del robot. Para lograr el control de la trayectoria, se ingresan los parámetros de velocidad media y ángulo de orientación, los cuales se utilizan en el sistema de control para retroalimentación.

Una vez que se conocen los parámetros del robot diferencial, se establecen ecuaciones que regulan las velocidades de los dos motores. Estas ecuaciones se basan en una constante obtenida de un controlador, la cual se utiliza para aumentar la velocidad de un motor y disminuir la velocidad del otro motor. De esta manera, se logra mantener la velocidad media del robot mientras se realiza el giro en su eje.

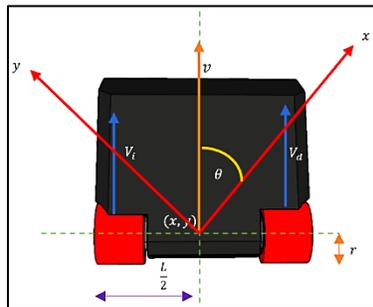


Figura 3. Movimientos del robot mini sumo

$$v_d = v - \frac{L * U_c}{2} \quad (19)$$

$$v_i = v + \frac{L * U_c}{2} \quad (20)$$

$$v_d = v - \frac{L * U_c}{2} \frac{L * U_c}{2} \quad (21)$$

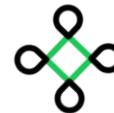
Donde:

v_d	Velocidad de llanta derecha
v_i	Velocidad de llanta izquierda
v	Velocidad lineal del robot
L	Distancia entre llantas
U_c	Salida del controlador proporcional

Tabla 6. Parámetros de la ecuación

Estas ecuaciones están relacionadas con el movimiento diferencial de un robot con dos ruedas. Aquí, v_d representa la velocidad de la rueda derecha, v_i representa la velocidad de la rueda izquierda, v es la velocidad





lineal del robot y U_c es la velocidad angular de giro del robot.

Diagrama de bloque de rutina de avance y giro en su eje

Este diagrama nos muestra un control en lazo cerrado mediante la orientación del robot gracias a un giroscopio y aun ángulo de referencia, obtiene una señal de error al pasar por un sumador, también pasa por un PID y nos otorga una señal de referencia que pasa a un subsistema que nos permite calcular las velocidades y nos mandara la señal a los motores derecho e izquierdo, si el robot quiere ir en línea recta el ángulo debería mantenerse en cero.

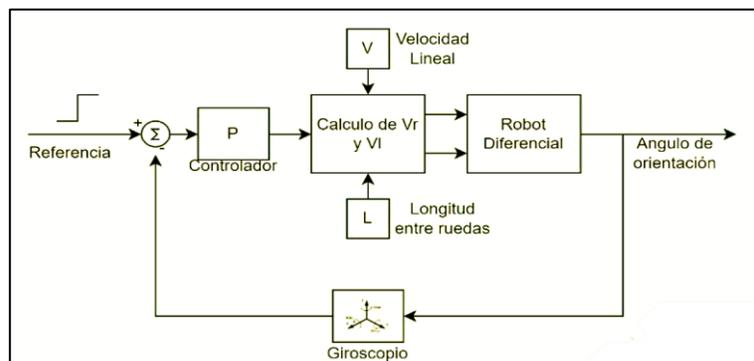


Figura 4. Diagrama de bloque del mini sumo

Linealización y acondicionamiento

Una vez que las señales de entrada estén activadas y se haya seleccionado el tiempo de muestreo, se procederá a la lectura y acondicionamiento de los sensores. Esto permitirá que los datos provenientes de los sensores puedan ser interpretados por el controlador del robot. El objetivo es evitar que el robot salga del área de combate y lograr empujar al enemigo fuera de él.

Sensor de línea

Antes de cada competencia, es necesario configurar el valor de intensidad de color blanco y negro, ya que puede variar en diferentes eventos. Para lograr esto, se accede al modo de calibración, donde los datos de los sensores se envían a una interfaz. Dentro de este modo, se coloca manualmente al robot en diferentes lugares del área de combate, y se verifica la respuesta de los sensores para el color blanco y negro.

Sensor de distancia

La detección de enemigos mediante sensores infrarrojos presenta una característica no lineal en cuanto al voltaje generado en su salida y su relación con la distancia medida. Con el fin de obtener una interpretación precisa de los datos, se realiza una linealización de la respuesta del sensor en múltiples tramos, utilizando una ecuación específica.

Es importante destacar que esta linealización se realiza con el objetivo de mejorar la precisión de la detección y adaptarla a un intervalo de distancia determinado. Cabe mencionar que la respuesta linealizada puede variar para





cada sensor, y en general, abarcará distancias desde 5 cm hasta 80 cm.

$$D_n = b_n - m_n \cdot x \quad (22)$$

$$m_n = \frac{D_{max} - D_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (23)$$

$$b_n = m_n \cdot x_{min} + D_{min} \quad (24)$$

En donde:

D_n	Es la distancia medida
D_{max}	Distancia máxima medida
D_{min}	Distancia mínima medida
x_{max}	Valor máximo leído
x_{min}	Valor mínimo leído
b_n	cruce en el origen
m_n	Pendiente

Tabla 7: Parámetros de las ecuaciones

D_n : Es la distancia medida. Representa el valor de la distancia que se ha medido o registrado en un determinado momento. Es la variable dependiente en la ecuación.

D_{max} : Es la distancia máxima medida. Representa el valor máximo que se ha medido o registrado para la distancia en un conjunto de datos.

D_{min} : Es la distancia mínima medida. Representa el valor mínimo que se ha medido o registrado para la distancia en un conjunto de datos.

x_{max} : Es el valor máximo leído. Representa el valor máximo que se ha leído o registrado en un conjunto de datos en la variable independiente, que en este caso es ' x '.

x_{min} : Es el valor mínimo leído. Representa el valor mínimo que se ha leído o registrado en un conjunto de datos en la variable independiente, ' x '.

b_n : Es el cruce en el origen. Representa el valor de la distancia (D) cuando la variable independiente (x) es igual a cero. Es el punto en el que la línea de regresión (representada por la ecuación) cruza el eje y .

m_n : Es la pendiente. Representa la inclinación o la tasa de cambio de la línea de regresión. Indica cómo cambia la distancia (D) en función del cambio en la variable independiente (x). Se calcula dividiendo la diferencia entre D_{max} y D_{min} por la diferencia entre x_{max} y x_{min} .

Gráfico de simulación del robot mini-sumo





Se puede visualizar en las gráficas que el robot (color rojo) va a seguir al objetivo de manera consecutiva hasta que lo saque fuera de la pista establecida como ring.

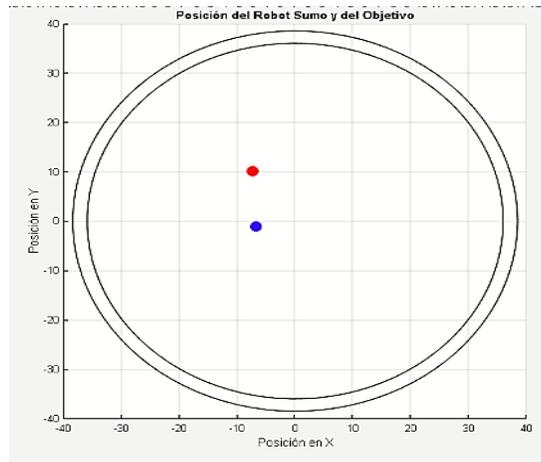


Figura 5. Simulación del mini sumo 1

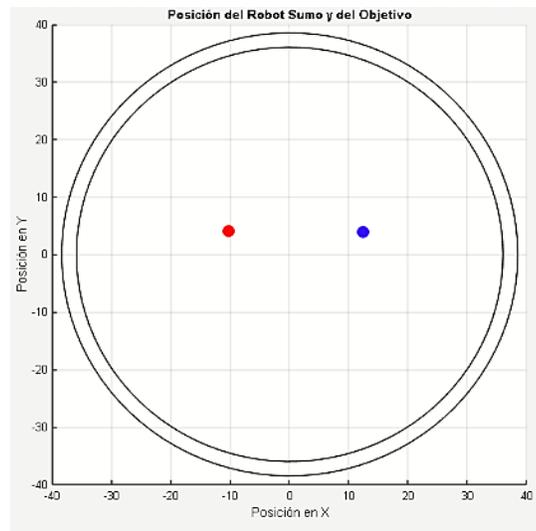


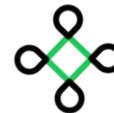
Figura 6. Simulación del mini sumo 2

III. Resultados

Una vez analizado cada uno de los parámetros a tomar en consideración para la elaboración del mini-sumo, se obtiene como resultados el aprendizaje y conocimiento necesario para crear nuestro propio robot. El campo de la electrónica es muy amplio y viene de la mano con otras ciencias como física, mecánica, cinemática, etc.

La ingeniería Mecatrónica está empezando a incursionar en el campo de la investigación y la robótica, esta al igual que otras ramas de la ciencia se está empezando a fortalecer a medida que se generen más incógnitas y se rompen paradigmas. Pero el más importante acontecimiento se está evidenciando en las aulas de clase de las universidades e instituciones de educación superior, pues la robótica está dependiendo de estos entes de formación, quienes reúnen todo conocimiento teórico que necesite un robot. (*Aplicaciones Mecatrónicas*, s. f.).





La robótica en el campo educativo es donde presenta mayores beneficios; tales como el desarrollo cognitivo y motriz por parte de los jóvenes interesados, además de compensar la visión que presenta el estudiante, respecto al mundo actual. La interacción, es el aspecto de más incidencia, pues el estudiante que recibe clases extra, “bien sea de robótica”, experimenta cambios a medida que se relaciona con el mundo, este argumento no significa que, “la presencia de la robótica en el aula de clase no intenta formar a los estudiantes en la disciplina de la robótica”, argumenta bravo, pero no significa que el estudiante no pueda aplicar sus conocimientos de robótica, para entender, explicar o percibir el mundo real. En el contexto actual, al entrar en detalle en los aspectos de robótica pedagógica y educativa, cabe resaltar que existen muchos eventos partiendo de concursos internacionales motivados por miembros IEEE o desde las ramas estudiantiles, grupos de investigación, que también son organizados desde universidades y algunos casos desde empresas sin ánimo de lucro. De los anteriores aspectos el presente trabajo comprende la siguiente estructura: en primera instancia se describen los objetivos para poder generar el proyecto. La segunda comprende las pautas para la elaboración del robot. La tercera abarca el marco teórico conceptual, con el cual se argumenta este proyecto. La cuarta argumenta la elección de componentes para la realización del prototipo. (*Aplicaciones Mecatrónicas*, s. f.).

El robot mini-sumo tiene ciertas reglas a considerar, antes de direccionar el diseño se deben conocer una serie de normas establecidas para su dicha construcción y el área donde se comprenderá la competición mejor nombrada Dohyo. Según el reglamento internacional All Japón 2018, el presente reglamento versión 4.1 fue revisado y entro en vigor del 1 de junio del 2018.

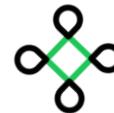
En un partido, los dos competidores (por cada unidad de robot sumo, un solo operador será registrado y un solo asistente se puede conectar, a condición, sin embargo, que el asistente no puede servir al mismo tiempo como un operador) jugará el juego y competir para una efectiva punto (en lo sucesivo denominado “Yuko Point”), utilizando cada tipo controlado por radio hecho propio o de tipo robot autónomo entre sí en una zona Dohyo (anillo partido) como pre asignado de conformidad con el presente Reglamento match (en lo sucesivo denominado “este Reglamento”), y una voluntad juez determina el ganador.

IV. Conclusiones

En el trabajo realizado se llevó a cabo la construcción de un robot mini-sumo el cual se puede usar para combatir en distintas batallas y poder demostrar el correcto funcionamiento del prototipo. Para aquello realizamos diversas investigaciones para conocer sobre el correcto funcionamiento de cada uno de los programas y materiales que implementamos en nuestro proyecto. La realización del prototipo puede ser implementado en distintas áreas como en el entretenimiento, diversión o proyectos de ingeniería más avanzados. Hoy en día se conoce sobre la realización de ciertos concursos a nivel nacional e internacional en el cual las personas deciden hacer este tipo de robots para poder participar en distintas áreas.

Existen distintos tipos de diseño como se vio anteriormente, pero se recuerda que, en caso de querer competir en un torneo de robot autónomos, la conclusión ideal sería fabricar un prototipo de buenas características y hecho de un material resistente a golpes por parte del contrincante. Las medidas del mini-sumo deben ser de 10x10 cm, se debe revisar el reglamento de esta categoría ya que en caso de no acatar las ordenes el prototipo puede quedar descalificado, los jueces serán los encargados de dar sus observaciones en caso de que se cometa algún tipo de infracción por parte de los concursantes. En cuanto a la programación, se debe realizar un código elaborado en base a estrategia e inteligencia tomando en cuenta todas las posibles variables que puedan surgir en el momento de la competencia, existen usuarios que prefieren realizar sus códigos por medio de Arduino





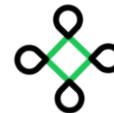
ya que es un entorno de programación de código abierto en C lo cual resulta factible y un poco más fácil si estamos empezando en el mundo de la robótica. Pero también hay gente que prefiere realizar su programación con otros softwares como Python, Matlab, aplicando PID u otros tipos de controladores para evitar el más mínimo error y el sistema sea completamente estable y muy preciso, pero esto se aplica más en grandes competiciones que requieran un nivel más alto.

Con un amplio acceso a tecnología y software modernos, casi cualquier persona puede diseñar y construir robots móviles. Con el uso del diseño asistido por computadora, el diseñador puede eliminar posibles defectos de diseño ya en la etapa de diseño. La literatura disponible en el campo de los robots móviles es una ayuda útil en el proceso de diseño de robots, ya que ayuda a realizar un seguimiento del desarrollo de los diseños de robots y, en el caso de los sumobots, de las tácticas de lucha. Al construir un robot, es importante utilizar soluciones de diseño modernas con el objetivo de crear un sistema que pueda ampliarse fácilmente. Por este motivo, es especialmente importante elegir el microprocesador adecuado que permita ampliar el robot con módulos y sensores adicionales en el futuro. El robot presentado en el artículo cumple con los requisitos de la categoría Mini Sumo, lo que significa que podrá participar en torneos en el futuro. Las pruebas realizadas confirmaron su correcto funcionamiento. Un paso importante fue seleccionar una fuente de alimentación adecuada (una batería Li-Po de 700 [mAh], que garantizara un nivel de voltaje estable para los sistemas electrónicos. La experiencia adquirida durante el diseño, construcción y prueba del robot se utilizará para construir la próxima versión.

Referencias

- Andres, A. G. (2020). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN ROBOT MINI SUMO RADIO CONTROLADO UTILIZANDO UNA TARJETA MINI BLACK.*
- Baeza Padilla, M. (s.f.). *Implementación de una red neuronal artificial en un microcontrolador de 8 bits para control de dirección de un robot móvil.*
- Chávez Vargas, E. A. (2016). *Diseño y construcción de módulos electrónicos para el ensamblaje de robots multifuncionales.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Clavijo, C. A. (14 de Junio de 2016). Diseño y construcción de robot minisumo. *Diseño y construcción de robot minisumo*, págs. 12-18. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8793433>
- Daniel Alejandro Caicedo Benavides, J. L. (23 de Agosto de 2020). SISTEMA EMBEBIDO ROBOT MINISUMO SIT-UV: UNA HERRAMIENTA DE EDUCACION. *Un compromiso para el desarrollo y la sostenibilidad.* <https://doi.org/10.26507/ponencia.852>
- Edgar A. Aguirre, S. G. (2015). *Articulación de la robótica como eje de la formación interdisciplinar en el programa de Tecnología en Electrónica de la UNIMINUTO Sede Principal.*
- Flores Ramirez, R. D. (2013). *Diseño e implementación de realidad virtual con al inclusión de luchadores sumo manipulado con reconocimiento de voz.* Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales & Networking.
- Garcia, M. M. (25 de Junio de 2020). *APLICACIONES MECATRONICAS: PROYECTOS SOBRE ROBOTICA Y AUTOMATIZACION DE PROCESOS INDUSTRIALES.*





Gelu Ovidiu Tirian, A. M. (3 de July-September de 2015). THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN AUTONOMOUS MOBILE MINI-SUMO ROBOT. págs. 2067 - 3809.

Gómez Duro, R. M. (2022). *El amplio mundo de la tecnología*.

Herrera Morán, J. A. (2019). *Implementación de un robot autónomo de tipo sumo para competencias robóticas y modelo de estudio*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería en Teleinformática.

Jose Santiago Lindao Gonzalez, E. H. (2014). *Diseño y construccion de 2 robots sumo para las categorias pesado y liviano*.

Llanga, A. P. (2014). *Diseño e implementación de aplicaciones de calificación en el concurso ecuatoriano de robótica CER 2014 con sede en la Universidad Nacional de Chimborazo*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2014.

Machay Gomez, E. V. (2021). *MINDSTORMS home ev3 considerando las reglas de la competencia ROBOT*.

Mena Avilés, D. F. (2022). *Diseño e implementación de robots de competencia: Diseño e implementación del robot de competencia categoría carrera de bípedos*. Quito : EPN, 2022.

Miguel Angel Mont Luckas, J. S. (s.f.). *Diseño, construccion y programacion de un robot minisumo con Arduino*.

Ramos Rambay Linier Ignacio, F. D. (2022). *Diseño y cinematica de un robot mini sumo: Mecanica, electronica y estrategia*. Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena.

Rivadeneira Ursiña, P. J. (2022). *Diseño e implementacion de robots de competencia: diseño e implementacion del robot de competencia categoria minisumo*. Quito: EPN, 2022.

Uvillus Chancusig, M. Á. (2023). *Robot móvil para las competencias de insecto con obstáculos, sin obstáculos y trepador con corrección de trayectoria*.

Vacas Palacios, S. M. (2021). *Diseño de un sistema de gestión por procesos basado en la norma ISO 9001:2015 para los laboratorios de la Carrera de Ingeniería en Electricidad de la Universidad Técnica del Norte*.

Vega Castro, E. J. (2023). *Prototipo de robot de categoría de combate para competencias robóticas y modelo de estudio*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería en Teleinformática.

Véliz, M. (2017). *Articulación de las carreras de ingeniería con las escuelas técnicas: una propuesta lúdica de acercamiento a la tecnología*. Camino de Cintura y Juan XXIII, Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina.

