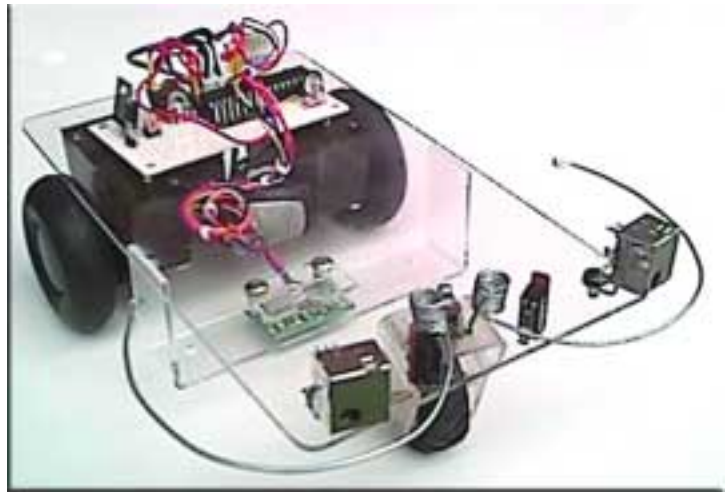


Mini-robótica

Construcción de Prototipos

La robótica es uno de los temas más apasionantes de la tecnología actual, pero hay una rama derivada de ella que ha cobrado auge entre la comunidad de lectores desde el aficionado y el estudiante hasta el profesional, es la mini-robótica, y la presente nota es el inicio de una serie que los acercará a este tema de una manera práctica y sencilla guiándolos en el entendimiento y la construcción de un móvil el cual con cada número tendrá módulos funcionales que lo dotarán de prestaciones cada vez más avanzadas.



Autor: Ing. Juan Carlos Téllez Barrera
e-mail: tellezcarlos@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El estudio de los insectos ha destacado que de una manera organizada y ejecutando tareas sencillas bien definidas se pueden ejecutar funciones en comunidad bastante complejas, esto puede recrearse con pequeñas unidades robóticas autónomas operando bajo los mismos principios que puedan imitar de manera muy aproximada a dichas comunidades, y así como este hay muchos ejemplos representati-

vos en los cuales se encuentra involucrada la mini-robótica.

Su aplicación no es exclusiva de la investigación, en el ámbito recreativo se ha extendido bastante así como su uso como herramienta educativa ha dado como consecuencia la proliferación de cursos estudiantiles de "mini-robótica" donde pequeños "engendros" haciendo gala de la electrónica de punta pueden desde seguir una línea hasta sortear obstáculos por medio de visión artificial, pero aquí

llegamos a un punto muy importante antes de seguir,

¿Quiénes los construyen? ¿qué necesito para construirlos? ¿es necesaria una preparación técnica para poder llegar a construir uno propio? ¿su costo es muy alto? ¿yo puedo hacerlo?

Como respuesta a estas interrogantes he aquí el presente artículo el cual de manera muy condensada pretende contestar esta y más preguntas. Mi interés es que con estas

Artículo de Tapa

notas se entiendan los principios básicos y la finalidad de los mini-robots y sobre todo, que quede claro que cualquier persona podrá construirlo, desde el aficionado hasta el técnico experimentado y al mismo tiempo sirva de apoyo a los profesionales en potencia para inclinarse a realizar sus estudios en alguna rama afín, no es necesario invertir demasiado dinero ni tener un nivel elevado de conocimientos ya que al construirlo aprenderemos y será sobre todo con un lenguaje sencillo y sin manejar conceptos muy profundos, así que manos a la obra.

DEFINICIÓN DE ESTRUCTURAS

Antes que nada todos tuvimos esta pregunta:

¿Qué son los mini-robots?

Son aquellos robots de bajo costo cuya función primordial es la realización de tareas sencillas que pueden ejecutar con el mínimo de errores. Esta descripción es un tanto generalizada pues ahora pueden ejecutar funciones muy sofisticadas pero nos centraremos en el concepto inicial, la simplicidad de funciones. Lo anterior es muy importante ya que el definir de manera adecuada el tipo de mini-robot que deseamos construir y el fin al cual lo enfocaremos nos delimitará en gran medida las herramientas o elementos a abordar para poder llevar a cabo un diseño óptimo y por consiguiente que cumpla la función para la cual será diseñado.

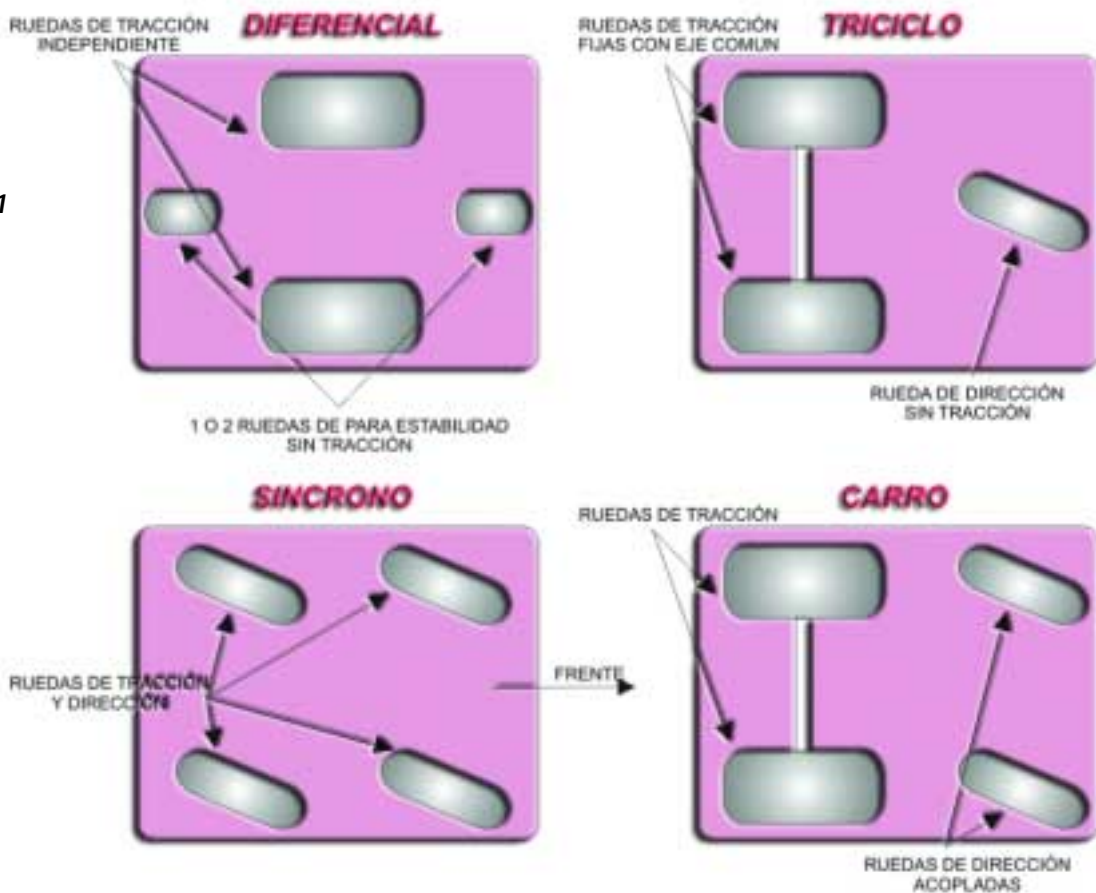
Podemos mencionar 4 tipos im-

portantes de mini-robots: Terrestres, acuáticos, aéreos y espaciales, de los cuales por ahora nos limitaremos a los mini-robots terrestres, específicamente a los dotados con ruedas ya que son los más utilizados debido a su simplicidad y facilidad de construcción, su capacidad de carga, mayor control y estabilidad mecánica aunque tienen en contra que se limitan a terrenos planos y que los posibles obstáculos que se presenten no deben ser mayores al tamaño de las ruedas. Se presentan cuatro estructuras básicas, tal como se puede apreciar en la figura 1.

Diferencial:

Se componen de 2 ruedas en un eje común, cada rueda se controla independientemente, puede realizar movimientos en línea recta, en arco

Figura 1



ESTRUCTURAS BASICAS

Mini-robótica: Construcción de Prototipos

y sobre su propio eje de contacto de rodamiento, requiere de una o dos ruedas adicionales para balance o estabilidad. Sencillo mecánicamente, puede presentar problemas de estabilidad y su cinemática es sencilla (La cinemática de un robot se refiere a la manera en que se mueve), para lograr el movimiento en línea recta requiere que las dos ruedas de tracción giren a la misma velocidad.

Sincrono:

Todas las ruedas se mueven al mismo tiempo (manera sincrónica) para el avance y vuelta. Las ruedas siempre apuntan en la misma dirección, para dar vuelta giran sobre su propio eje de apoyo manteniendo la posición del frente del robot, evita inestabilidades y pérdida de contacto diferencial, pero presentan el inconveniente de complejidad mecánica.

Triciclo:

Dos ruedas de tracción fijas y una tercera para la dirección sin

tracción, presenta estabilidad y simplicidad mecánica con facilidad para los movimientos rectos pero presenta una cinemática compleja, esto es que para realizar giros y vueltas requiere de grandes desplazamientos o movimientos

Carro:

Es similar al triciclo, cuenta con dos ruedas de tracción y dos ruedas de dirección, tiene buena estabilidad y facilidad para movimientos rectos pero presenta mayor complejidad mecánica por el acoplamiento entre las dos ruedas de dirección y también complejidad cinemática.

A partir de este punto nos referiremos al mini-robot como un "móvil", y como tal se rige con algunos de los principios de la robótica. El primero y más importante de ellos para nuestros fines son los grados de libertad, lo que en pocas palabras podemos definir como "la capacidad de movimientos que puede realizar", y con respecto a un punto de referencia (posición en el espacio) tiene tres, la

posición X, posición Y y su orientación (ángulo con respecto a su posición de origen, figura 2). Desde cualquier punto donde inicie su movimiento se tendrá una posición X,Y y una orientación (ángulo).

¿Cuál es la importancia de lo anterior?

Que esto nos ayudara a justificar alguna estructura de las nombradas anteriormente para construir nuestro móvil, ya que por experiencia en aulas el error recurrente es que usan la estructura del primer carro de juguete que encuentran y al no percatarse de la complejidad mecánica que implica muy difícilmente logran que funcione.

Para lo anterior recurrimos a las "Restricciones Cinemáticas" (aplicadas a nuestro móvil), esto es, la relación que hay entre los diferentes grados de libertad y su repercusión en los demás cuando cambia de posición alguno de ellos. Traducido a nuestros mundanos fines, quiere decir que si desplazo a mi móvil o lo cambio de orientación que movimientos implica realizar,

y si analizamos las estructuras básicas podemos determinar que la más sencilla por la facilidad para realizar desplazamientos con el mínimo de movimientos es la diferencial. Si quieren un ejemplo comparen los movimientos que realiza un automóvil para estacionarse en un lugar reducido contra los que realizaría un carro de "hot dogs" (figura 3).

Quizá no es la manera más ortodoxa para representarlo, pero sí muy ilustrativa. Ya que elegimos la estructura base, necesitamos construirla y dotarla de la electrónica necesaria para que funcione prácticamente

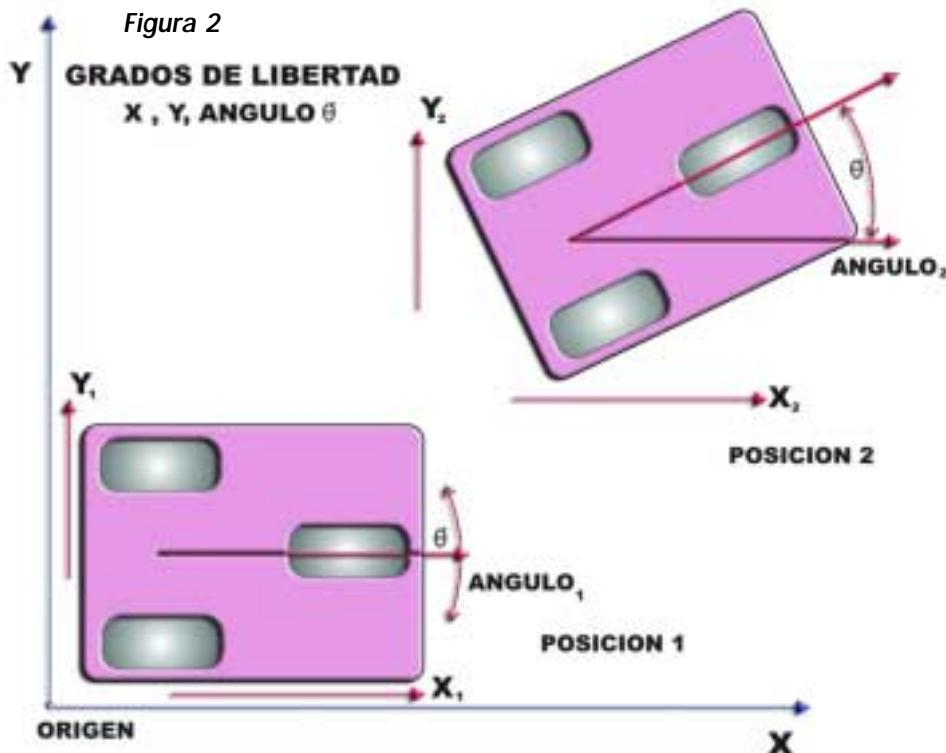
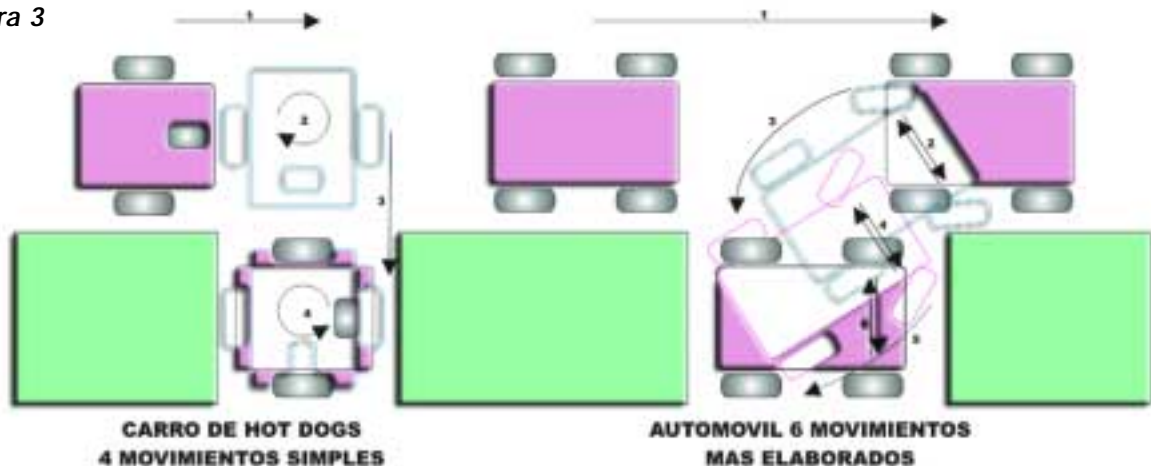


Figura 3



desde el principio. Pero antes de darnos a la tarea de conseguir todo lo necesario debemos de aclarar otros puntos.

La estructura básica de cualquier móvil la podemos simplificar de la manera especificada en la figura 4.

Sistema de alimentación:

Se compone de pilas, baterías celdas solares o cualquier elemento que proporcione la energía para "alimentar" al Móvil.

Sistema de control:

Es el que se encargará de procesar las señales de los sensores e indicará el momento del funcionamiento de los actuadores.

Actuadores:

Motores, electroimanes, luces o elementos que lo dotarán de movimiento o respuesta física.

Sensores:

Interruptores, elementos infrarrojos, fotorresistencias, piroelementos o cualquier otro que se le parezca para "sentir" el entorno o estímulo.

Queda claro que aquí involucramos elementos eléctricos y electrónicos, dicho de otra manera "las tripas" de nuestro móvil. Lo sencillo sería comprar el kit, montarlo y admirarlo, pero si algunos quisieran construirlo con sus propias manos e

Figura 4



involucrarse más a fondo, tendrían que echar mano de las siguientes consideraciones y de paso ahorrar dinero.

La construcción parte del diseño adecuado que nos dará la pauta para elegir los materiales de la estructura principal y los motores que proporcionarán el desplazamiento o esfuerzo. No es lo mismo motores de corriente continua (C.D.) que motores a pasos, o si llevarán reducción o girarán libremente, si no contemplamos la carga total a desplazar o a qué estímulo va a reaccionar, a la luz o al contacto, éstos y muchos más detalles delimitarán nuestro trabajo. Por tal motivo iniciaremos la estructura más sencilla y popular para nuestro mini-robot la cual se construye a partir de unos pocos materiales y mecanismos que obtendremos de juguetes en desuso o si la economía lo permite con servos.

Consideraciones de Materiales, Electrónica y Mecanismos

El construir un móvil requiere sobre todo de ingenio, razón por la cual soy partidario del "reciclado" de partes y materiales, la gran mayoría de los proyectos de este tipo no requieren gran inversión monetaria por lo que no se preocupen, entre los "trebejos" tienen un móvil en potencia. En cuanto al material de construcción recomiendo láminas de acrílico, inclusive he visto móviles armados con cajas de CD (discos compactos) o el CD mismo dándole originalidad y vista agradable, el uso de aluminio también es buena opción pero precisa de herramientas más especializadas. Ambas opciones son buenas para la construcción de la base principal ya que ahí soportaremos el peso de las pilas y circuitos así como el fijado de los motores.

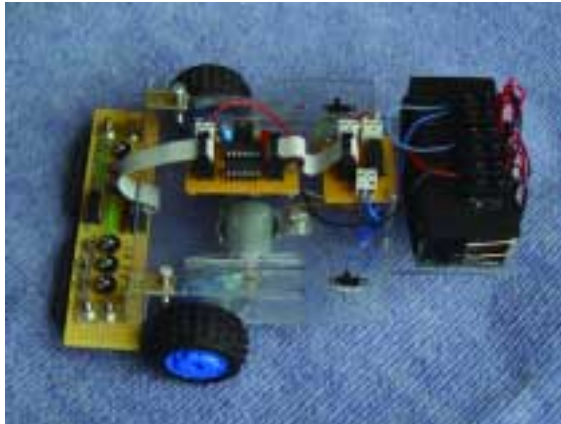
Mini-robótica: Construcción de Prototipos

Para la realización de los circuitos es importante el uso de tabletas universales por las constantes adiciones de circuitos o modificaciones, para los más osados es válida la realización de circuitos impresos pero esa tarea la facilitaremos en ediciones posteriores que incluirán los impresos y así darle una mejor presentación en caso de que participe en algún concurso que están ahora en su creciente apogeo. Si sólo desea hacer pruebas temporales el mismo protoboard puede fijarlo en su móvil y hacerlo parte de su base y así realizar las modificaciones de último momento o para ajustes empíricos, recuerde, todo es válido siempre y cuando trabaje ordenadamente y no quiera perderse en una maraña de cables.

Un error constante es el uso de alambres en vez de cables, entre los sensores y circuitos el uso de cables le dan la flexibilidad suficiente para las modificaciones o adición de módulos, el uso de conectores es fabuloso y procuraremos usarlos más a menudo, el uso de alambres sólo es válido en el Protoboard ya que su rigidez limita los movimientos y es constante un malfuncionamiento debido a alambres cortados entre módulos.

¿Dónde consigo cable flexible?

En cualquier tienda de electrónica encuentra de varios calibres, o si tiene por ahí un Mouse de PC dañado puede obtenerlos de ahí y usarlo para sus conexiones a sus sensores o entre tarjetas, puede reutilizar hasta los sensores que tienen dentro, sólo debemos tener cuidado en que los cables no sean tan delgados en las conexiones a las pilas y motores ya que por ellos fluirá mayor corriente.



Los mecanismos que darán movilidad a nuestro "monstruo" deberán ser con reducción, los motores en si no dan la fuerza (o torque) necesaria para desplazar el peso y en caso de que así lo fuera la velocidad no nos daría la posibilidad de gobernarlo adecuadamente, la reducción no sólo disminuye la velocidad sino "aumenta la fuerza" (esto debido a las relaciones mecánicas entre engranajes) que puede ser aplicada a cualquier mecanismo, en nuestro caso a las ruedas motrices. Si su pregunta es dónde conseguirlos, puede reciclar mecanismos de juguetes económicos, el uso de servos es lo más adecuado ya que proporciona el torque o la fuerza suficiente para el desplazamiento, más sin embargo su precio es muy elevado y nuestra finalidad es realizar un móvil económico y funcional. De cualquier manera, más adelante se describirá el proceso de modificación de un servo y su correcto em-



pleo. Quizá se preguntarán porque no se usan motores a pasos, la limitante es su costo el cual es compensado por su precisión, pero el conseguir motores pequeños y que consuman poca corriente es un tanto difícil, además su aplicación es mas justificable si nuestro proyecto fuera un robot de mayor tamaño cuya precisión sea necesaria, su enfoque es a brazos robóticos y sistemas de ejes coordenados, ante todo simplicidad es lo que necesitamos.

Para simplificar el diseño los motores con su respectiva reducción los consideraremos genéricos, esto es que su unidad principal sea un motor de C.D. de 3 a 5 volt, de ahí partiremos a definir la estructura básica y el por qué de la misma. Lo anterior nos lleva a una cuestión importante,

¿Qué comerá? ¿cuál será su fuente de energía principal?

Al rescate vienen toda una gama de baterías, se puede usar casi cualquier batería recargable ya sea de gel, NiCad, NiH, ion de litio como las usadas en los teléfonos celulares, etc., hoy en día su coste ha disminuido tanto que podemos esforzarnos y comprar aquella que cumpla con nuestras expectativas de durabilidad y costo, pero como nuestra finalidad es la simplicidad supondremos que usaremos el clásico portapilas para cuatro unidades "AA" de 1.5 volts, esto nos dará en total 6 volts, si elegimos cualquier otra procuraremos que los voltajes que entreguen sean cercanos a éste, de cualquier modo por el momento no usaremos lógica TTL o algún otro dispositivo que sea poco tolerante a variaciones de voltaje cercanos al indicado, si se diera el caso de usar alguna batería de mayor voltaje lo indicado es utilizar un regulador

Artículo de Tapa

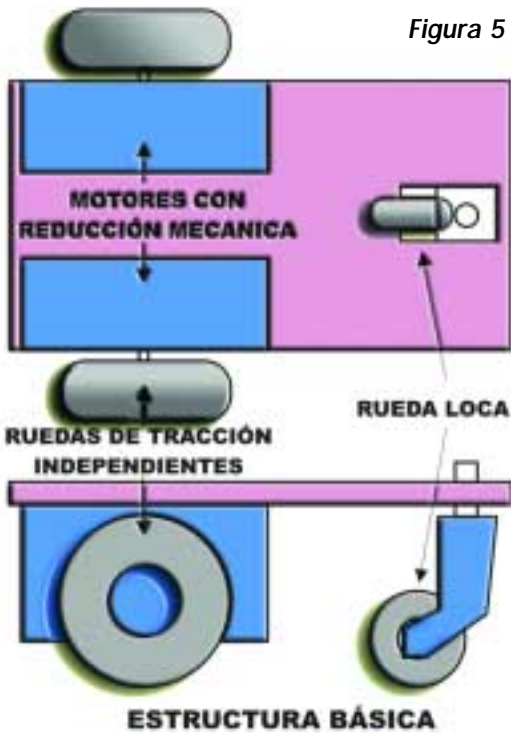


Figura 5

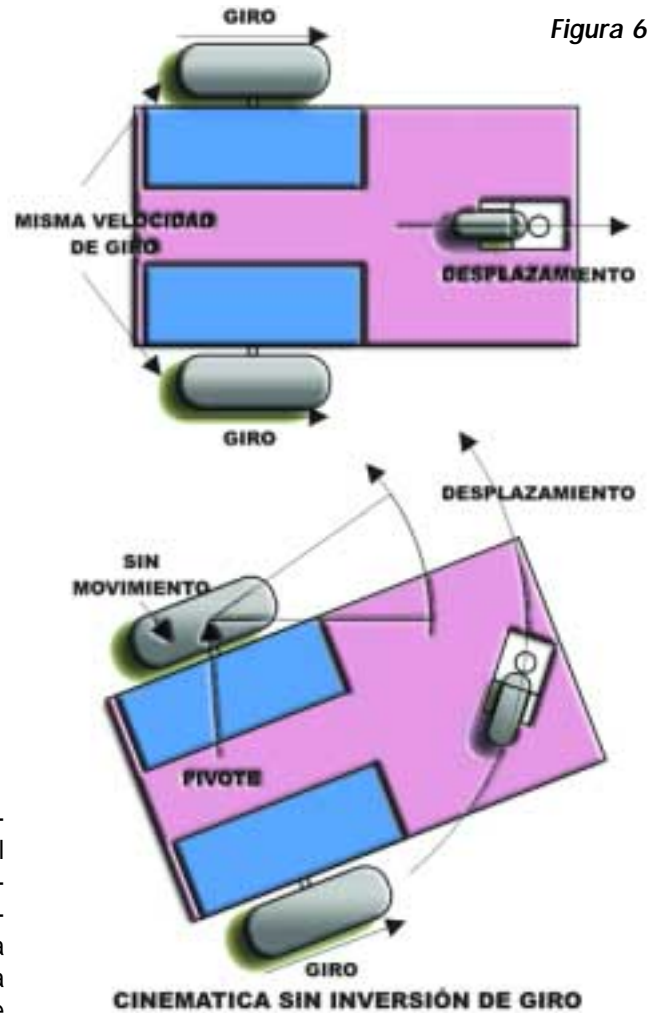


Figura 6

de voltaje de 5 Volts. Pero recuerde, que está en una etapa de inicio y siga el camino simple, que no es lo mismo que el mas fácil.

PLATAFORMAS ALTERNATIVAS

Solo lo tomaremos como comentario, en la actualidad hay una gran variedad de "juguetes" educativos que pueden servirnos como plataforma base para construir mini-robots,

las más populares son el LEGO y el MECANO, la primera tiene una serie llamada Technic que está enfocada a la construcción de infinidad de prototipos, desde una simple articulación hasta un robot manipulador con elementos neumáticos. Y si bien son muy flexibles lo complicado es el conseguir los elementos reductores y motores que sólo puedes adquirirlos en casas especializadas, que son un poco caros, el adquirir algún kit básico para armar algún vehículo nos proporcionará las piezas necesarias para construir nuestro móvil, con sólo unas cuantas modificaciones y un poco de ingenio podemos adaptarlos a motores comunes y corrientes, ante todo lo dejaremos a la creatividad de los lectores y a su bolsillo. Una opción muy viable es el reciclado de juguetes

en desuso o económicos que sean de baterías, las ruedas, motores, cajas de reducción y hasta los portapi-las pueden ser reutilizables y por consiguiente económicos.

ESTRUCTURA BÁSICA DEL MÓVIL

La estructura básica es la mostrada en la figura 5 que nos muestra una configuración de tres ruedas. Como se indica, dos de las ruedas que denominaremos ruedas motrices son las responsables del desplazamiento del móvil y serán impulsadas por una caja de reducción y un motor de DC por cada una, esta caja puede ser de algún juguete o un servo modificado (posteriormente se explicará la técnica de modifica-



Mini-robótica: Construcción de Prototipos

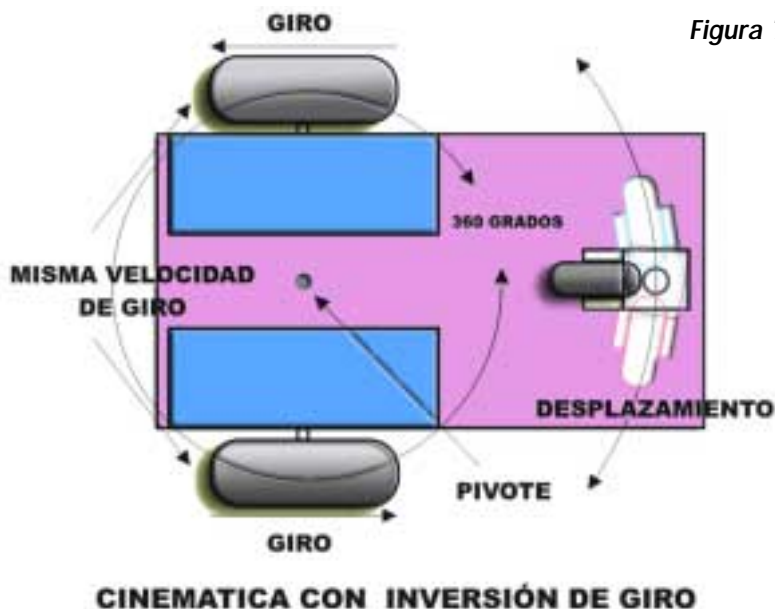


Figura 7

que gire sobre si mismo 360 grados. Las ventajas son:

- Girar sobre si mismo 360 grados.
- Evadir obstáculos más fácilmente.
- Moverse en lugares muy reducidos.
- Menor lógica de control sobre los motores en su etapa inicial.
- Control total del desplazamiento del móvil por medio de PWM (Modulación por ancho de pulso).

Una vez que definimos nuestra estructura básica y sus ventajas podemos pasar a la construcción de la misma, la nota del siguiente número proporcionará los elementos necesarios para la construcción de nuestra estructura base y la prueba de operación sin sensor de ningún tipo, conforme el móvil "evolucione" e incorporemos la electrónica necesaria para su funcionamiento lo conjuntaremos con la teoría necesaria para su análisis de funcionamiento y el constructor se aventure a incorporar mejoras o simplemente disfrute de su creación robótica.

Mientras tanto una de las mejores referencias para que tengan idea de lo que se puede lograr con un mini-robot es: <http://www.depeca.uah.es/alcabot/>

Por último, aclaramos que éste artículo es el primero de una serie destinada a explicarle cómo armar su propio prototipo. Si Ud. no quiere esperar hasta la próxima edición, puede buscar los borradores de diseño, tanto de la parte mecánica como de la parte electrónica en nuestra web: www.webelectronica.com.ar, debe dirigirse al ícono password e ingresar la clave: **sa-robot**. 🌟

ción), la tercer rueda es de giro libre o "rueda loca" que está adosada a un eje que no es concéntrico permitiéndole así no presentar alguna resistencia al desplazamiento del móvil y su función principal es de apoyo.

Las ventajas en cuanto a su desplazamiento (figura 6) son las siguientes: al girar las ruedas motrices a la misma velocidad el móvil se desplazará en línea recta, si en algún momento deseamos que el mismo gire hacia la derecha o izquierda podemos detener uno de los motores y el móvil dará vuelta tomando como eje de giro el punto de contacto de la rueda que esté detenida, en caso de girar en el otro sentido el eje de giro será la que esté en turno sin girar, analizando éstos movimientos observamos que el desplazamiento es mínimo al dar vuelta además que ya no requeriremos de algún otro motor que haga la función de eje de dirección como sería necesario

en caso de ser de cuatro ruedas (por ejemplo el automóvil), la rueda loca solo cumple la función de dar estabilidad al sistema. Lo anterior es válido para cuando el móvil sólo tiene la capacidad de que sus ruedas motrices se desplacen en un solo sentido.

Las cosas mejoran para el caso en que las ruedas motrices tengan la capacidad de invertir su sentido de giro (figura 7), si hacemos girar las ruedas una en sentido contrario a la otra el eje de giro del móvil será la parte central del eje imaginario que pasa por las dos ruedas. Esto dará la posibilidad de que podamos orientar al móvil en cualquier dirección o

