

Diseño y construcción del robot móvil “AkuBot” recolector de bolas y desarrollo de laberinto

Mendoza, Becker
johannesmendoza@gmail.com
Universidad de Pamplona

Resumen—En este artículo se describe los pasos de diseño y construcción de un robot móvil con la capacidad de recolectar bolas y a su vez solucionar un laberinto (se debe tener en cuenta que se trata de competir, así que este debe alcanzar una velocidad de competencia).

Índice de Términos—Laberinto, motor, sensor.

I. INTRODUCCIÓN

Los robots móviles poseen diversas aplicaciones en la industria, tales como la inspección, la exploración, el bodegaje y control de producción a distancia. Poseen diversas aplicaciones en el transporte en general. También, en el contexto de robots de servicio, los robots móviles se han venido introduciendo en forma de aspiradoras para el hogar (Trilobite Electrolux), mascotas (Aibo) e incluso humanoides (Asimo).

La competencia de robot laberinto tiene como fin la construcción de un robot móvil que debe ser completamente autónomo y auto contenido, no pudiendo estar conectado a ningún aparato externo como ordenadores o fuentes de alimentación, ni ningún otro dispositivo. De igual manera, no podrá ser manipulado desde el exterior (por medios inalámbricos) durante el transcurso de la competencia, además, debe estar dotado de un sistema que recolecte bolas (dos) y a su vez debe seguir una línea (cinta negra estándar).

II. REVISIÓN DEL REGLAMENTO

Para la revisión del reglamento se tendrán en cuenta las reglas más relevantes a la hora de realizar el diseño del robot móvil. A continuación se describen cada una de las reglas que inciden directamente en el diseño:

Regla 3. Referente al robot—El robot debe ser completamente autónomo y auto contenido, no pudiendo estar estos conectados a ningún aparato externo como ordenadores o fuentes de alimentación, ni ningún otro dispositivo. De igual manera, estos no podrán ser manipulados desde el exterior (por medios inalámbricos) durante el transcurso de la competencia.

Regla 5. Referente al robot—Cada robot tendrá un solo interruptor de encendido general, el cual deberá ser de color rojo y encontrarse en un lugar visible.

Regla 6. Referente al robot—El robot debe estar diseñado de tal manera que entre en una caja de 200x200mm y una tolerancia del 5% en sus detenciones.

Regla 7. Referente al robot—El robot debe garantizar las medidas a la hora de iniciar y finalizar la competencia sin ayuda externa.

Regla 4. Referente a la competencia—La iluminación puede variar, por lo que no se garantiza la ausencia de sombra. Durante la competencia habrá equipos de video grabación y cámaras fotográficas que podrían generar algún tipo de

interferencias, por lo que los robots deben ser diseñados para que las condiciones de luz no los afecten.

Regla 3. Referente a la pista—La meta tiene una barrera de 40mm de alto.

Regla 5. Referente a la pista—En el ensamble del laberinto se pueden presentar empalmes y escalas en el sendero que pueden ser $\pm 4\text{mm}$; esto no debe afectar el correcto funcionamiento del robot.

Regla 5. Referente a los puntos clave delimitados en el laberinto—Zona C: Es una plataforma que esta elevada 200mm del resto del laberinto. Esta tiene dos rampas de acceso con pendientes de 12° y 19° aproximadamente.

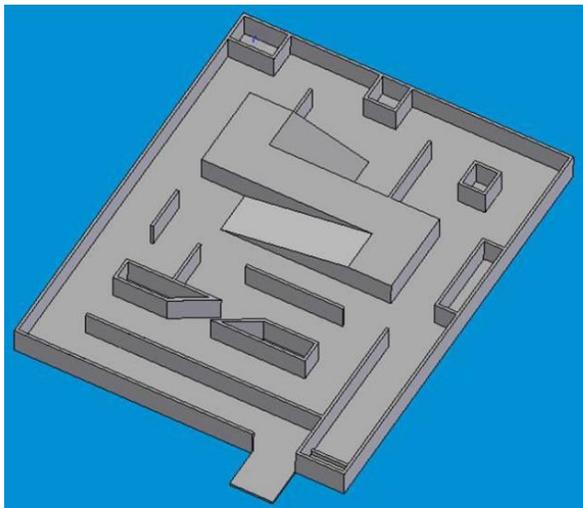


Figura 1. Imagen del laberinto a desarrollar por el robot movil. (Extraida del reglamento Olimpiada UP)

Además de las anteriores reglas se debe tener en cuenta que el robot debe alcanzar una velocidad prudente ya que el tiempo de solución del laberinto influye a la hora de este ser calificado.

III. SELECCION DE MATERIALES

A. Sistema sensitivo

Se implementan 4 sensores (CNY-70) que se encargan de referenciar la línea negra a seguir y a su vez identifican cada uno de sus giros, además cuenta con 1 sensor Infrarrojo encargado de ubicar las bolas a recolectar.

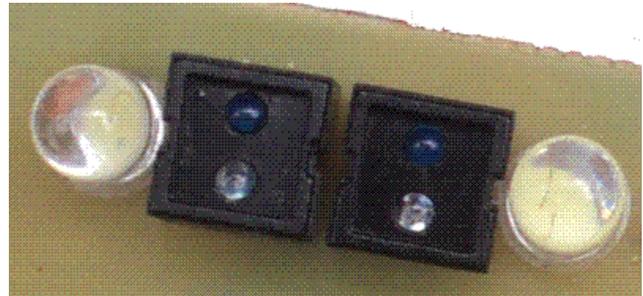


Figura 2. Imagen sensores CNY-70 e infrarrojos

B. Sistema de control

Para el sistema de control se implementó la tarjeta de desarrollo Arduino con el fin de poder reprogramarlo por USB, obtener una respuesta más rápida y en caso de querer implementar un controlador PID, Difuso u otro no tenga problema, esto con el fin de poder mejorar el rendimiento del robot móvil.

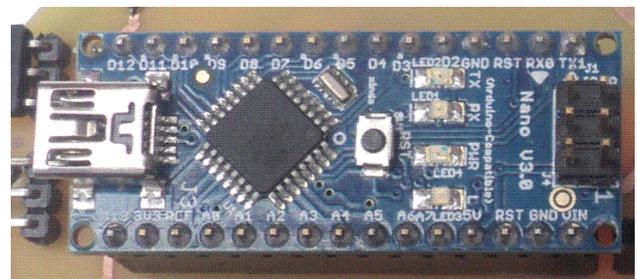


Figura 3. Imagen tarjeta Arduino Nano

C. Sistema locomotor

El robot se moverá por medio de 4 motores dc los cuales emplean protocolo PWM para su control.

La regulación por ancho de pulso (PWM) de un motor dc esta basada en el hecho de que si recorta la corriente directa (DC) de alimentación en forma de una onda cuadrada, la energía que recibe el motor disminuirá de manera proporcional a la relación entre la parte alta (habilita corriente) y baja (cero corriente) del ciclo de la onda cuadrada. Controlando esta relación se logra variar la velocidad del motor de una manera bastante aceptable.

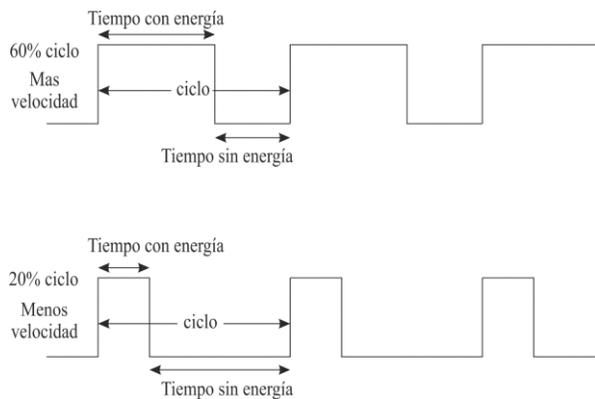


Figura 4. Representacion grafica del protocolo PWM

D. Sistema Mecánico

+ *Chasis*

El chasis es elaborado en acrílico, y para sujetar el sistema locomotor al chasis se usa un perfil hecho en aluminio, además las llantas están compuestas de aluminio y neumático.

+ *Sistema carga y descarga de bolas*

Se usa un servomotor para la recolección de las bolas en la parte frontal del robot móvil y a su vez un micro-reductor en la parte posterior con el fin de abrir una compuerta que permita la expulsión de las bolas recolectadas.

E. Resumen materiales

Cantidad	Elemento	Descripción	Costo
1	Interruptor On/Off	Rojo	1500
1	Batería	Lipo 12V a 2.2A	50000
1	Regulador con disipador	7805	2200
4	Borneras	Borneras triples	10000
1	Vaquela	Doble capa de 10cm x 15cm	6000
4	Sensores de línea	CNY-70	12000
1	Sensor de proximidad	Infrarrojo emisor y receptor	2200
1	Arduino Nano	Tarjeta de desarrollo	50000
2	Puente H	Debe soportar 2 Amperios	24000
4	Motores	DC 12V 1.2A	36000
1	Servo-Motor	Piñonería Metálica 4.5V - 7.2V	35000
1	Transistor	2N2222	200
1	Micro-reductor	12V a 30rpm	30000
1	Barra cilíndrica de aluminio	Diámetro: 56.8cm Largo= 50cm	45000
1	Maquinado aluminio	Torno	20000
1	Acrílico	Espesor: 2mm Área: 30cm x 30cm	13000
1	Corte Acrílico	Láser 14 minutos	18200
TOTAL			355300

Tabla 1. Materiales y costos del robot movil.

Nota: El costo es un aproximado ya que este depende de los precios dados por los proveedores y algunos elementos tales como tornillos, cables, bus de datos entre otros no fueron tenidos en cuenta en la tabla anterior.

IV. PLANEACIÓN Y DISEÑO EN CAD

Se desarrolla un sistema embebido para poder tener en cuenta todos los detalles a la hora de diseñar la plataforma del robot móvil. (Ver figura 5).

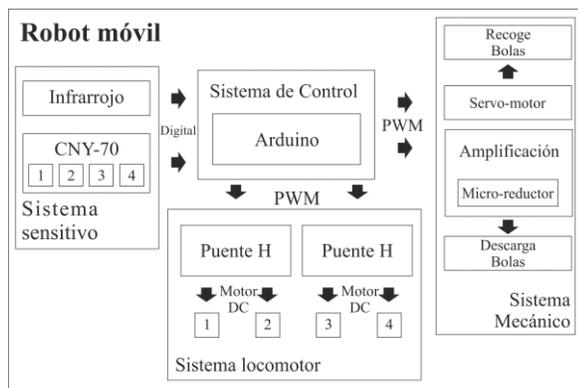


Figura 5. Diagrama general del sistema

Una vez claro el plan de trabajo para el robot móvil se desarrolla el modelamiento en 3D del robot móvil a través del CAD. (Ver figura 6).

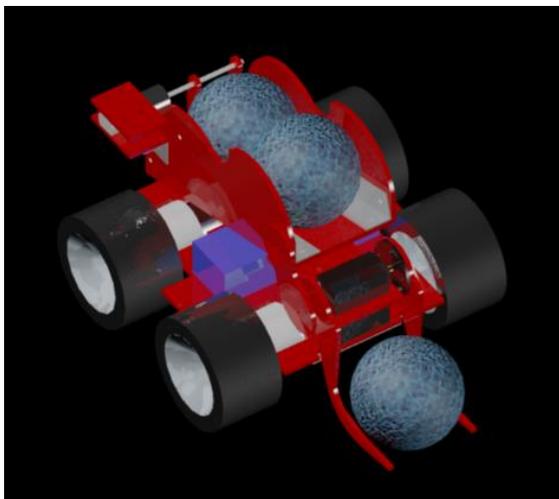


Figura 6. Diseño en CAD del robot AkuBot

V. MECANISADO

A. Perfil soporte de motores

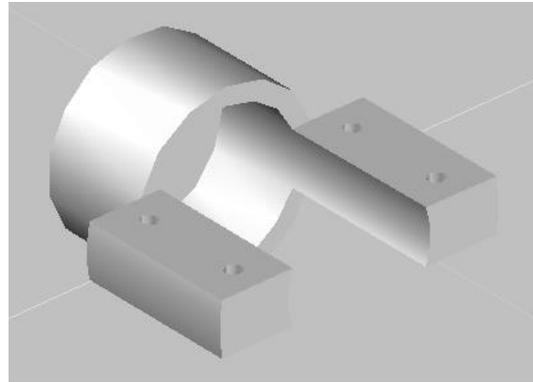


Figura 7. Perfil soporte motores

Para generar este perfil primero se procede a generar un desbaste externo que correspondería a la parte más delgada exterior según *Figura 6*. Luego se hace un desbaste interno que sería donde quedaría el motor encajado, cabe resaltar que el motor tiene una forma cilíndrica, luego se procede a generar unos cortes planos como se ve en la *Figura 6*. Para poder apoyar el perfil en el chasis de acrílico, y por último se procede a generar los orificios que permitirán asegurar tanto el motor al perfil como el perfil al chasis. (El proceso se repite 4 veces).

B. Perfil Rines

Para generar los perfiles de los rines primero se hace un desbaste externo hasta dejar la medida máxima para los rines 5cm de diámetro, luego se procede a realizar un desbaste externo hasta llegar al cilindro de diámetro interno que ira sujeto al eje del motor, luego procedemos a generar un desbaste interno teniendo en cuenta que el eje interno hay que conservar el mismo diámetro, se le hace una perforación al eje tal como se ve en la *Figura 7*. Y por último se le hace un desbaste cónico por el lado exterior con el fin de que la pieza quede más liviana y a la vez con mejor acabado. (El proceso se repite 4 veces).

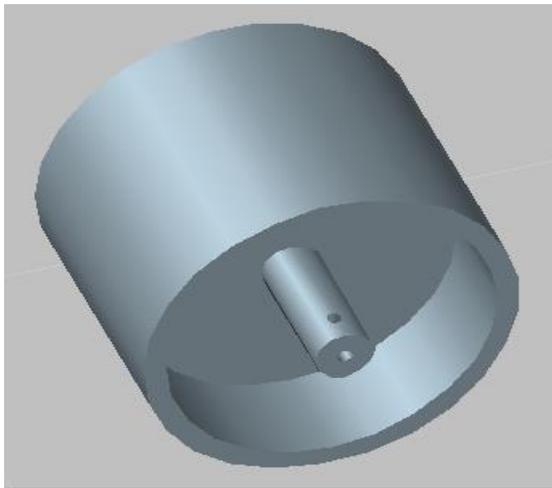


Figura 8. Perfil de los rines

C. Corte Acrílico

Se desarrollan los planos de cada pieza a ser cortada en acrílico; el corte del acrílico se realizó en una CNC láser. La duración del corte de las piezas fue de 14 minutos aproximadamente, quedando las piezas con un acabado óptimo. Al finalizar el corte se obtuvieron 13 piezas para la estructura del robot móvil.

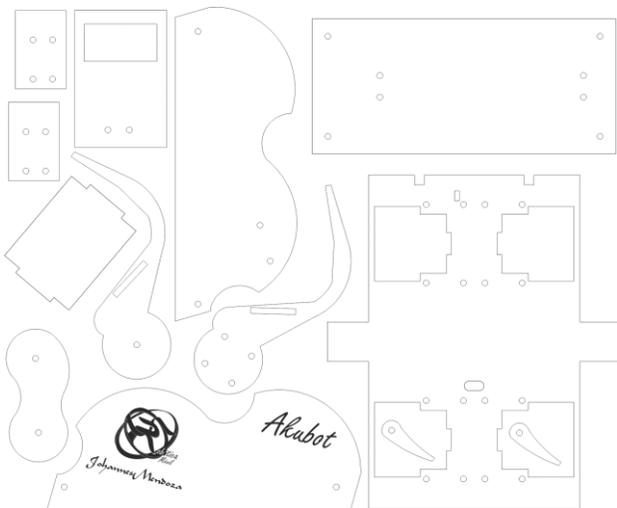


Figura 9. Diseño de piezas para corte en acrílico.

D. Elaboración de las corazas

Las corazas se construyen a partir de neumático de forma manual, se corta una sección con unos 3 a 4 milímetros más de longitud que lo ancho del rin ya que a la hora de poner el neumático sobre la superficie del rin este se contrae quedando así sujeto

y uniforme sobre todo el rin dando un buen acabado y una tracción adecuada al robot móvil.

VI. DISEÑO Y ELABORACION DEL CIRCUITO IMPRESO

En esta etapa se tienen en cuenta los conceptos básicos de diseño de PCB's tales como espesores de las pistas de acuerdo a los niveles de corriente que circulan por la tarjeta, el uso de ángulos menores o mayores a 90° pero nunca a ese ángulo ya que se producen corrientes no deseadas conocidos como armónicos. Para observar la distribución de la tarjeta ver figura 10.

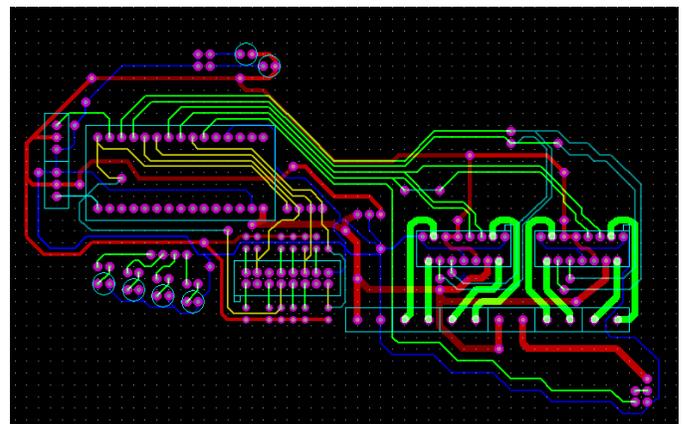


Figura 10. Diseño del circuito impreso para el montaje de la tarjeta de desarrollo Arduino Nano.

En la figura 11 se puede apreciar la distribución de los sensores CNY-70 a lo largo de la tarjeta que se encarga del sensado de la línea negra y los giros pertinentes a la hora de solucionar el laberinto.



Figura 11. Fotografía de la tarjeta de sensores CNY-70

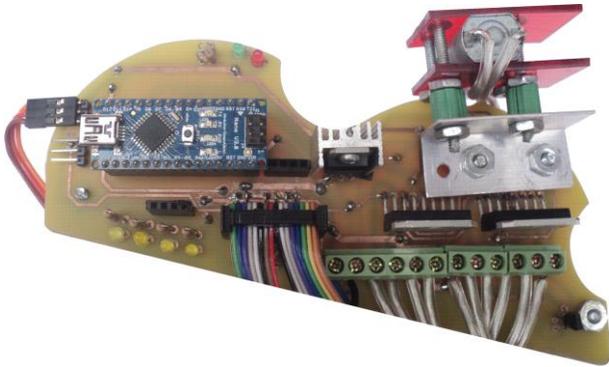


Figura 12. Fotografía tarjeta de desarrollo Arduino Nano implementada en el circuito de control de Akubot.

VII. CONSTRUCCION DEL MODELO

Se procede al ensamble del robot móvil, para observar cómo queda el robot ver *Figura 13*.

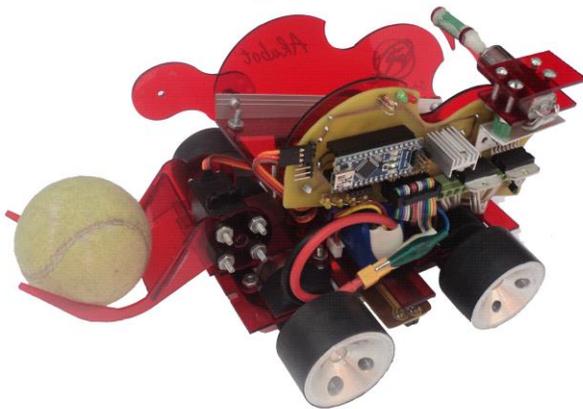


Figura 13. Fotografía del robot móvil Akubot.

VIII. CONCLUSIONES

- El robot cuenta con unas dimensiones de 20cm de largo, 18cm de ancho y 16cm de alto.
- El peso del robot es de 1kg aproximadamente.

- Cada uno de los sistemas implementados se desempeñan satisfactoriamente, tanto individual como colectivamente.
- La plataforma robótica Akubot cuenta con la particularidad de poder ser usado en otras aplicaciones de la robótica móvil, ya que el sistema es flexible y re-programable, siendo esto una ventaja a la hora de implementarla en una nueva área de trabajo.

Autor

Ing(c) Becker Johannes Mendoza Herrera

Universidad de Pamplona 2013.

“Este documento está diseñado para aquellas personas que desean desarrollar un robot móvil con características similares. Es solo una guía, el autor debe ajustarlo a su necesidad”