



UNIÓN DE ASOCIACIONES
DE INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES Y GRADUADOS
EN LA INGENIERÍA DE LA
RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA

UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA (UAIIE)

“CONVOCATORIA 2023”

VIII PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN
TECNOLÓGICA

Título del Trabajo:

MURUBOT 8x8

AUTORES:

Nieves María Gómez Barragán
Juan Carlos Navarro Mojó
Ana Buiza Moral
María Victoria Páez Castillo
Alexia Barker Muñoz

BLOQUE TEMÁTICO:
Robótica

NIVEL EDUCATIVO:
4º ESO

COORDINADOR:
Francisco Manuel Ruiz Segura

Marzo de 2023



Resumen

Murubot, o **MU**lti-**RU**edas-ro**BOT**, es un concepto nuevo de vehículo que hemos ideado en nuestro instituto.

Básicamente un Murubot es un vehículo con forma de poliedro y ruedas en sus vértices. Esta disposición hace que el vehículo pueda moverse independientemente de la cara sobre la que esté apoyado. Como consecuencia, la principal característica del Murubot es que es inmune a los vuelcos ya que siempre caerá sobre una cara con ruedas traccionadas.

Este vehículo ignora-vuelcos tiene un sencillo acelerómetro que identifica la cara que apoya sobre el suelo activando los motores que deben traccionar y pausando los que quedan al aire.

El modelo que presentamos en este proyecto es el Murubot 8x8. Tiene forma de cubo, 8 ruedas y 8 motores. Existen otras posibles configuraciones que mostraremos más adelante en este mismo documento.

Nuestro proyecto tiene dos ámbitos de trabajo. El primero es en entornos de difícil acceso o en terrenos accidentados como podrían ser:

- Edificios derribados bien por terremotos, explosiones, conflictos bélicos o similares, en los que se podría explorar y buscar supervivientes.
- Cuevas o grutas a explorar en las que un dron tendría muy difícil acceso.

En segundo lugar y con una visión algo más futurista, un Murubot podría ser de gran ayuda en entornos de baja gravedad:

- Para la exploración lunar que está en marcha con el programa Artemisa pensamos que un vehículo pequeño de exploración que sigue funcionando aunque vuelque podría ser muy útil.
- En un futuro no muy lejano, la exploración de asteroides y cuerpos menores del sistema solar podría necesitar también de nuestro Murubot ya que un dron sin atmósfera no es viable.

Por último indicar que este proyecto ha sido diseñado completamente en un entorno CAD 3D y todas las piezas de la estructura han sido impresas con una impresora 3D.

Palabras Clave

Robótica, entornos de difícil acceso, impresión 3D



Índice

Resumen.....	2
Palabras Clave.....	2
Índice.....	3
Proyecto tecnológico escolar «MURUBOT 8x8».....	4
<i>1. Introducción</i>	<i>4</i>
<i>2. Desarrollo del proyecto</i>	<i>8</i>
<i>3. Materiales y componentes utilizados</i>	<i>14</i>
<i>4. Vídeo de presentación del proyecto</i>	<i>18</i>
<i>5. Hardware y software</i>	<i>19</i>
<i>6. Conclusiones</i>	<i>20</i>

Proyecto tecnológico escolar

«MURUBOT 8x8»

1. Introducción

1.1. QUÉ ES UN MURUBOT

Un Murubot es un vehículo con forma de poliedro y ruedas omnidireccionales en todos sus vértices. La dirección del eje de cada rueda debe pasar por el centro del cuerpo. Ello hace que pueda desplazarse independientemente de la cara que esté apoyada en el suelo. Como consecuencia de su diseño este innovador vehículo es inmune a los vuelcos, es decir, siempre estará apoyado sobre ruedas con tracción.

Es sabido que con dos ruedas motorizadas cualquier robot tiene una amplia gama de movimientos, así que un Murubot debe tener al menos dos ruedas traccionadas en cada una de sus caras.

1.2. CÓMO NACE LA IDEA DE UN VEHÍCULO INMUNE A LOS VUELCOS

El concepto de un Murubot se gesta al visualizar un antiguo vídeo de un coche con 4 motores y 4 ruedas omnidireccionales.



Imagen 1. Rueda omnidireccional. Aparte de su movimiento habitual, puede deslizar en dirección perpendicular a la rotación gracias a sus rodillos.

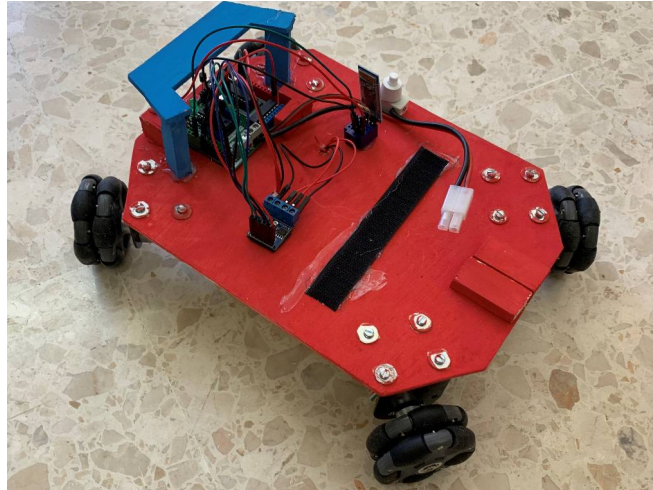


Imagen 2. Coche original con 4 motores y 4 ruedas omnidireccionales a 90°.

Se decide comprobar si este mismo vehículo funcionaría inclinando las ruedas a 45°. Caso de resultado positivo, simplemente con poner encima otras 4 ruedas simétricas a las anteriores tendríamos un coche con motores y ruedas en todas y cada una de sus seis caras.

1.3. PRUEBA DE CONCEPTO

Se construyó un prototipo de vehículo similar al de referencia pero con las ruedas omnidireccionales inclinadas a 45° y se comprobó que se movía correctamente. Así que se confirmó que el proyecto era viable.

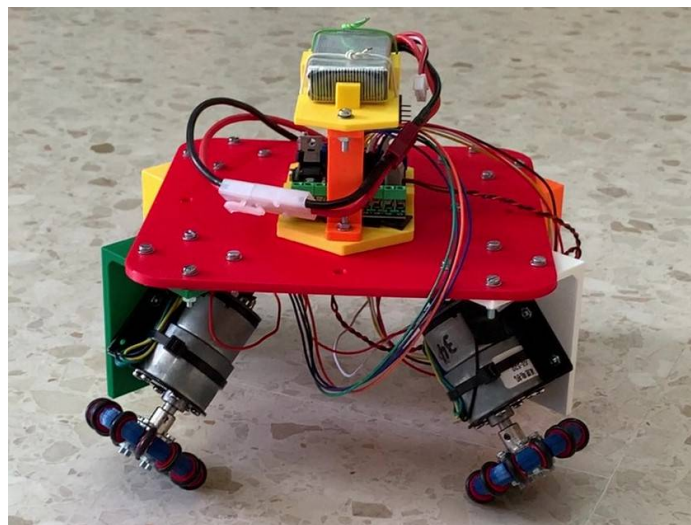


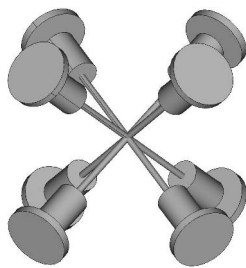
Imagen 3. Modelo de pruebas con ruedas inclinadas 45°. Base en horizontal.



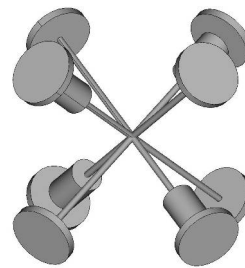
1.4. CUÁNTOS TIPOS DE MURUBOT EXISTEN

Un Murubot con forma de cubo tiene 8 ruedas. En este proyecto se presenta la configuración 8x8, es decir, 8 ruedas y 8 motores.

En el diseño anterior se pueden quitar 4 motores de forma que en cada cara queden 2 ruedas motorizadas y otras dos con giro libre. La configuración resultante sería un Murubot 8x4 (8 ruedas y 4 motores).



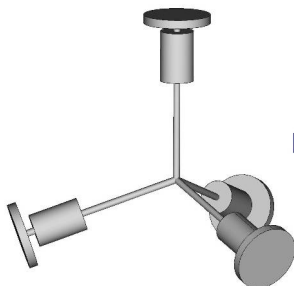
**MURUBOT
8x8**



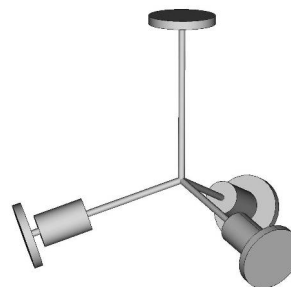
**MURUBOT
8x4**

Otra posibilidad es poner ruedas motorizadas en los vértices de un tetraedro. Tenemos en ese caso un Murubot 4x4.

Incluso en esta configuración de tetraedro se puede quitar un motor, por ejemplo el de arriba, dejando esa rueda con giro libre. Tendríamos un Murubot 4x3 en el que las tres caras laterales tendrían doble tracción y la cara de abajo quedaría con tres motores.



**MURUBOT
4x4**



**MURUBOT
4x3**

Existen más configuraciones para un Murubot. Solo hay que tomar otra forma poliédrica, regular o no, y ponerle ruedas omnidireccionales.



1.5. QUÉ UTILIDAD TIENE UN VEHÍCULO “IGNORA-VUELCOS”

Como ya se indicó en el resumen inicial, hay dos ámbitos principales en los que un Murubot puede ser muy útil. Uno es en terrenos de difícil acceso en los que no es factible el uso de un dron y en el que un vehículo convencional podría volcar. El otro sería en entornos de baja gravedad y estaría ligado a la exploración espacial de cuerpos menores del sistema solar como por ejemplo asteroides.

1.6. VALOR DIDÁCTICO AÑADIDO

Para aprender a manejar, especialmente el acelerómetro del vehículo, se acuerda con el profesor de Tecnología y a la vez Coordinador del proyecto dar unas clases prácticas de este componente así como de cualquier otro necesario para el desarrollo del proyecto.

Todo ello hace que estas clases prácticas beneficien a toda la clase y no solo al grupo que presenta el trabajo, es decir, hay un valor didáctico añadido al proyecto, ya que toda la clase sabrá manejar y cómo funciona cada componente del proyecto.

1.7. PRÁCTICAS DE CLASE

En concreto, las prácticas realizadas en clase han sido las siguientes:

- manejo y programación básica de una tarjeta controladora de robótica,
- manipulación, alimentación y programación de drivers y motores,
- manipulación y programación de un acelerómetro analógico,
- manipulación y programación de un módulo de Bluetooth,
- manipulación y programación de una app móvil sencilla que se comunique con la tarjeta controladora,
- diseño de circuitos con Fritzing para la documentación del proyecto
- y diseño de piezas en 3D con FreeCad para imprimir piezas.



2. Desarrollo del proyecto

2.1. VIABILIDAD DE LAS RUEDAS DE UN MURUBOT

Como se ha mencionado anteriormente, la primera parte del proyecto consistió en montar un prototipo de vehículo con 4 motores y 4 ruedas omnidireccionales inclinadas 45° y comprobar que se desplazaba correctamente. Para ello y basadas en un modelo que encontramos en Internet, diseñamos e imprimimos unas ruedas con poleas rodeadas de una junta tórica de goma.

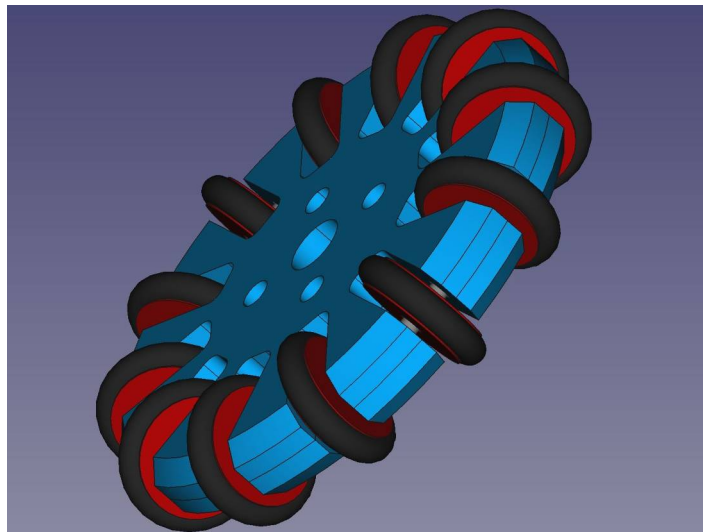


Imagen 4. Diseño de rueda omnidireccional con poleas y juntas tóricas.

2.2. DISEÑO DEL VEHÍCULO

El siguiente paso consistió en poner verticalmente la base del modelo de pruebas anterior y ver que también podía desplazarse correctamente.

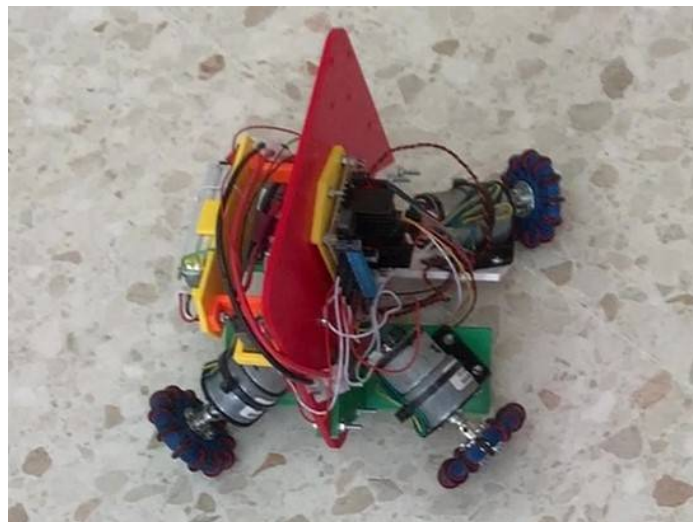


Imagen 5. Modelo de pruebas con ruedas inclinadas 45° . Base en vertical.

Una vez verificado los movimientos se pasó a montar el resto de 4 motores, 4 ruedas y un nuevo driver de 4 canales para controlarlas.

2.3. EL PROBLEMA DEL EXCESO DE PESO

A medida que se fue construyendo el primer prototipo nos dimos cuenta que el peso del vehículo parecía excesivo. Cada uno de los 8 motores superaba los 200g. Así que se tomaron dos decisiones:

- Primera. Buscar **motores menos pesados**, aunque por contra menos potentes.
- Segunda. Construir **ruedas más resistentes**. En vez de finas poleas, se pondrían cilindros de nailon perforados, mucho más resistentes. Las llantas también serían más grandes. Este segundo modelo está basado en una rueda comercial, pero al ser metálico y muy caro decidimos rediseñarlo e imprimirlo nosotros.



Imagen 6. Rueda omnidireccional comercial. Armadura metálica.

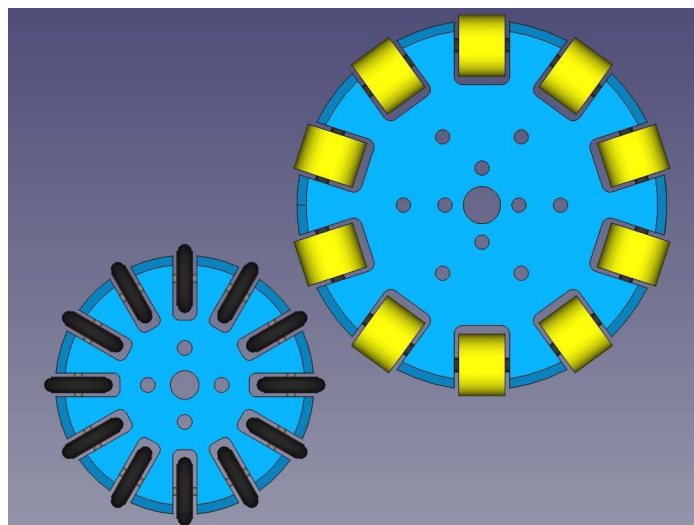


Imagen 7. Diseño de rueda omnidireccional con rodillos de nailon (en amarillo).



2.4. DOS DISEÑOS

Finalmente se diseñaron dos prototipos de Murubot 8x8. Uno de ellos más ligero con motores pequeños y ruedas omnidireccionales también pequeñas. El segundo con motores más pesados y ruedas más grandes, con rodillos de nailon en vez de poleas con juntas tóricas.

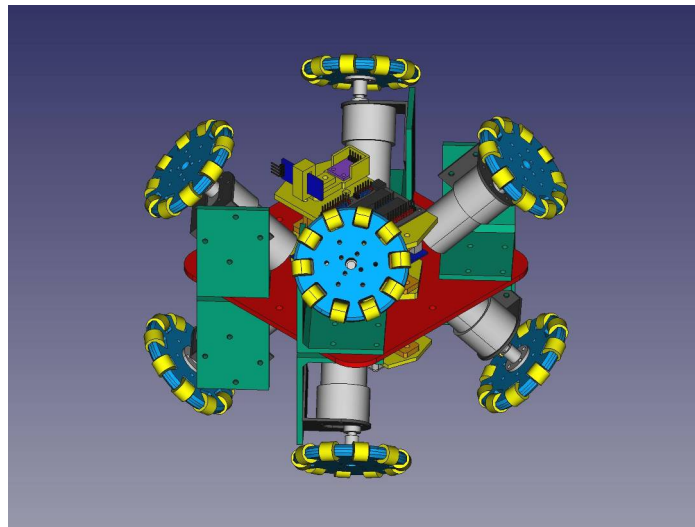


Imagen 8. Murubot 8x8 con motores y ruedas grandes.

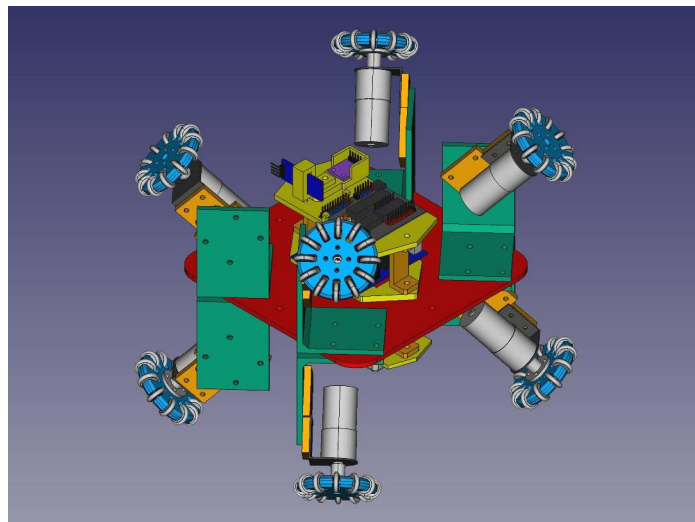


Imagen 9. Murubot 8x8 con motores y ruedas pequeñas.



2.5. CIRCUITO ELÉCTRICO

Describimos a continuación el circuito eléctrico del Murubot 8x8.

- La controladora es una tarjeta con un micro PICAXE-28X2
- 16 pines se conectan a dos drivers de 4 canales cada uno para controlar los 8 motores del vehículo.
- Un acelerómetro se conecta a tres entradas analógicas de la controladora.
- Se usa un pin más para conectar el módulo de Bluetooth a través del cual se recibirán señales desde una *tablet* o móvil.
- Por último una batería alimenta los dos drivers y de uno de ellos sacamos una línea a 5V para alimentar la controladora.

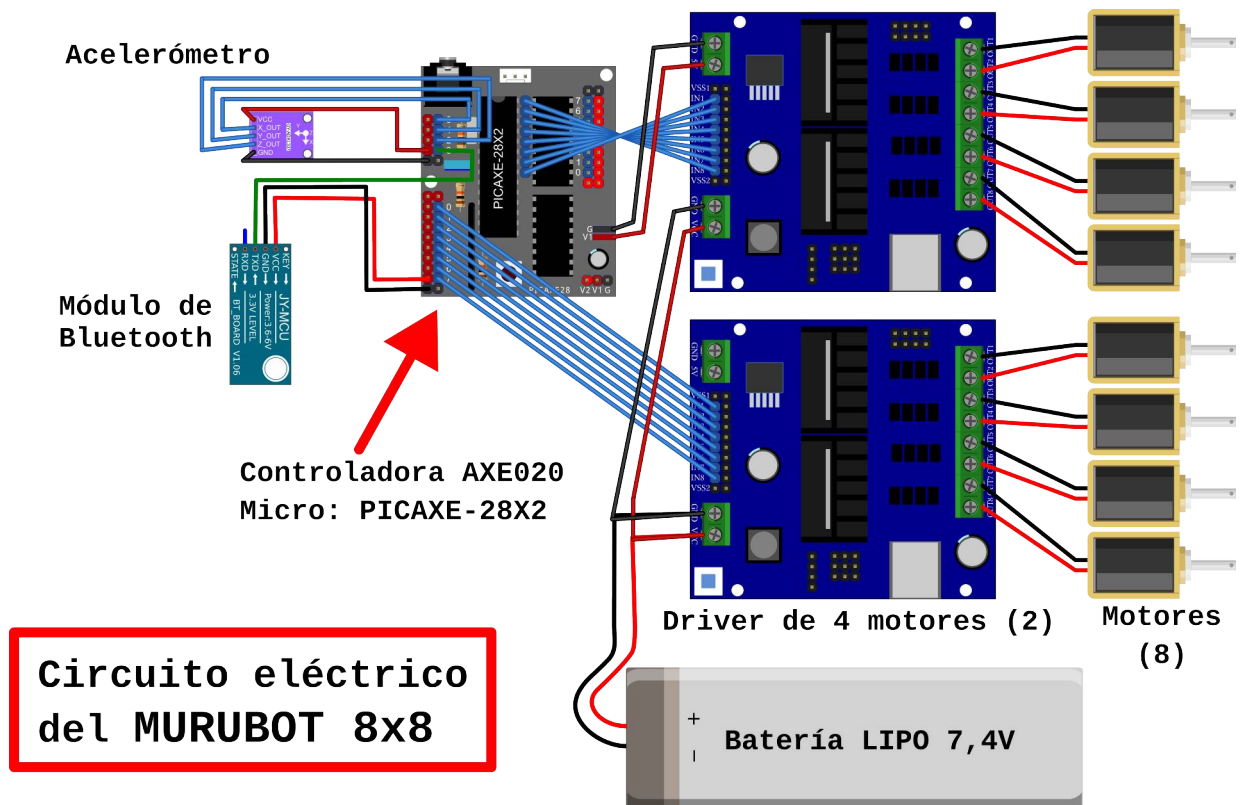


Imagen 10. Esquema del circuito eléctrico de un Murubot 8x8.



2.6. PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA DE ROBÓTICA

Sin entrar específicamente en el código, explicamos la lógica del programa utilizado para manejar nuestro vehículo:

- Continuamente se lee al acelerómetro para saber siempre qué cuatro ruedas están apoyadas sobre el suelo.

- También se comprueba continuamente si recibimos indicaciones de movimiento desde el móvil o *tablet* a través del Bluetooth.

- Cada vez que se reciba una señal de movimiento, se pondrán en marcha los motores correspondientes a las ruedas apoyadas sobre el suelo conforme al tipo de movimiento requerido, que podrá ser:

- Detener
- Avanzar
- Retroceder
- Izquierda
- Derecha
- Avanzar izquierda
- Avanzar derecha
- Retroceder izquierda
- Retroceder derecha
- Rotar izquierda
- Rotar derecha

2.7. IMPRESIÓN Y MONTAJE DE LOS DOS MODELOS

Finalmente se imprimieron y montaron los dos prototipos diseñados. Uno con motores más ligeros y ruedas más pequeñas, y el otro con motores más pesados y ruedas más grandes y resistentes.

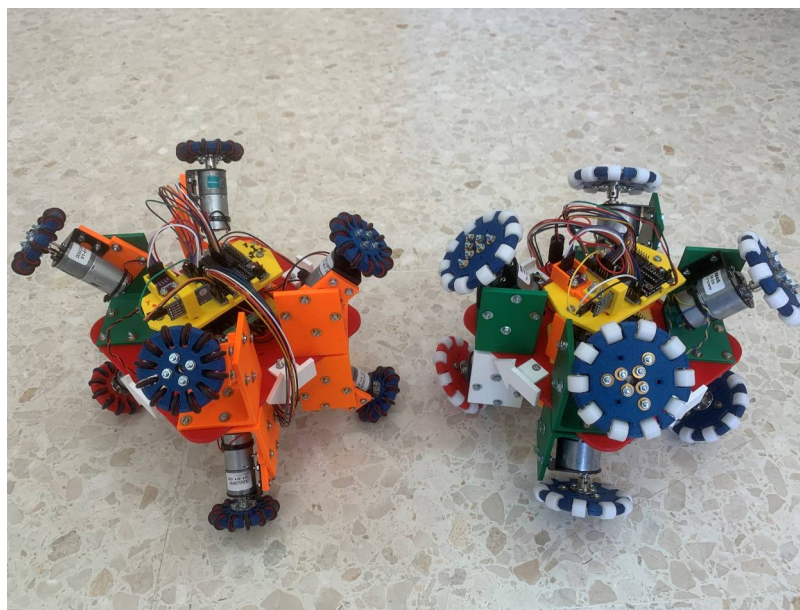


Imagen 11. Dos modelos de Murubot 8x8 finalizados.



2.8. PRUEBA FINAL

Se han hecho dos pruebas distintas para comprobar el correcto funcionamiento del Murubot 8x8.

La primera prueba ha consistido en poner en marcha el vehículo desde cada una de sus seis caras y comprobar que tras cualquier vuelco el coche se detiene.

La segunda prueba ha sido comprobar los movimientos del coche cuando está apoyado sobre cada una de sus seis caras. Puesto que en cada cara hay 10 movimientos distintos y tenemos seis caras, se han tenido que programar 60 movimientos distintos.

Los dos modelos construidos superaron correctamente las pruebas. Estas pueden verse en la parte final del vídeo de presentación del vehículo.

3. Materiales y componentes utilizados

En el vídeo de presentación del Murubot 8x8 se detallan todos los componentes electrónicos utilizados en el mismo así como las piezas de la estructura diseñadas e impresas con una impresora 3D. Mostramos a continuación imágenes de los componentes y partes más significativas del mismo.

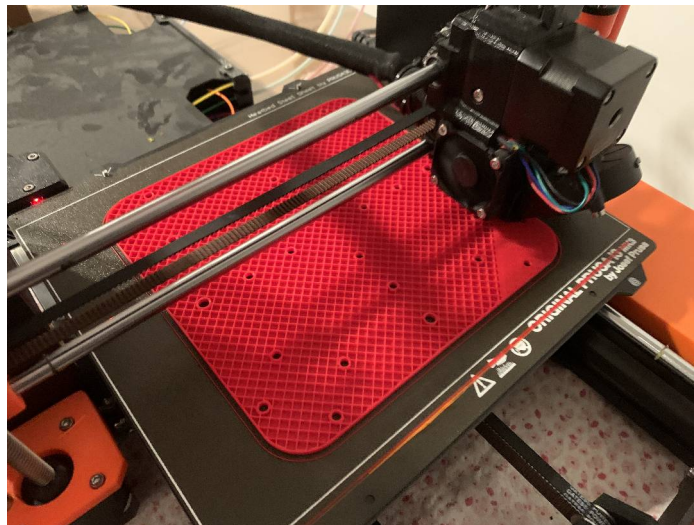


Imagen 12. Base de la estructura durante su impresión.

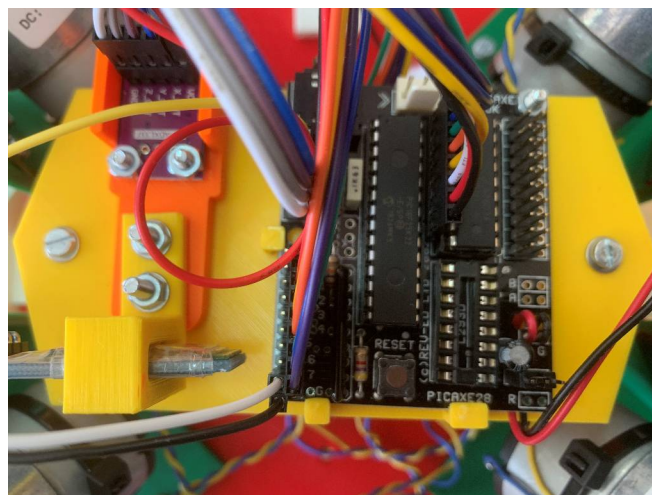


Imagen 13. Tarjeta controladora de robótica y soporte.

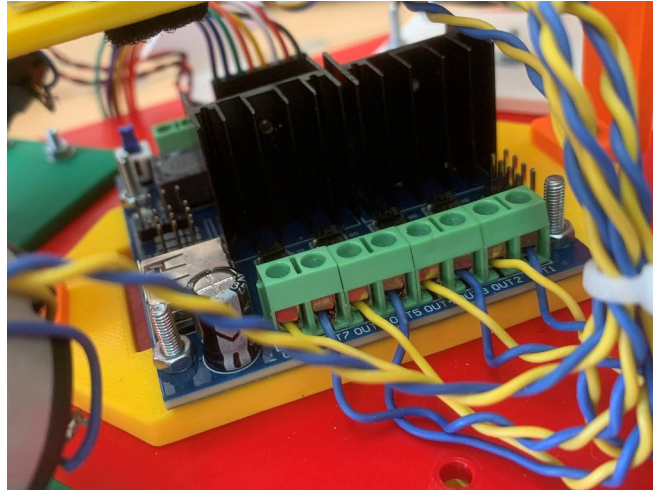


Imagen 14. Drivers de 4 canales (2 unidades) y soportes.

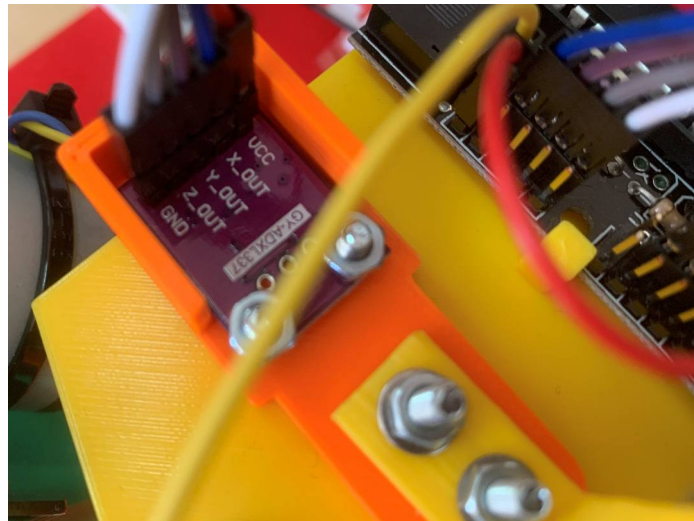


Imagen15. Acelerómetro y soporte. Acoplados al soporte de la controladora.

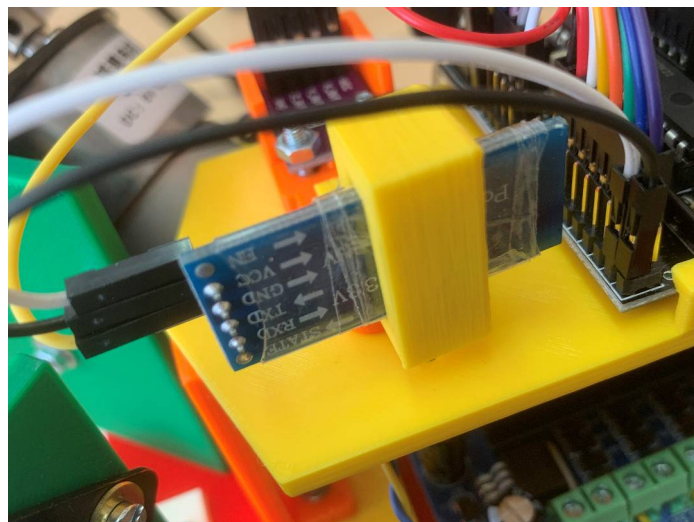


Imagen 16. Módulo Bluetooth y soporte . Acoplados al soporte de la controladora.

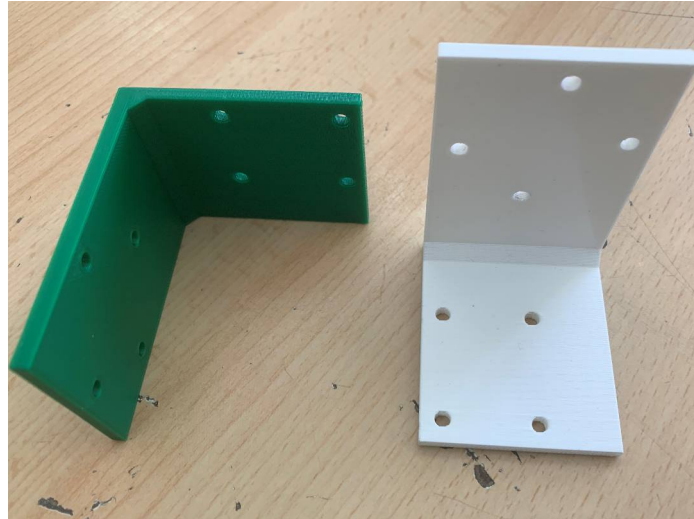


Imagen 17. Escuadras para inclinar los motores.

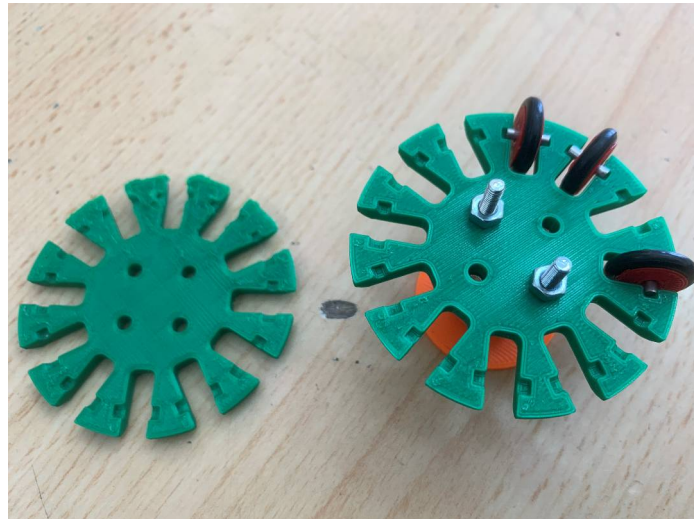


Imagen 18. Llantas de rueda omnidireccional pequeña. Poleas con junta tórica.

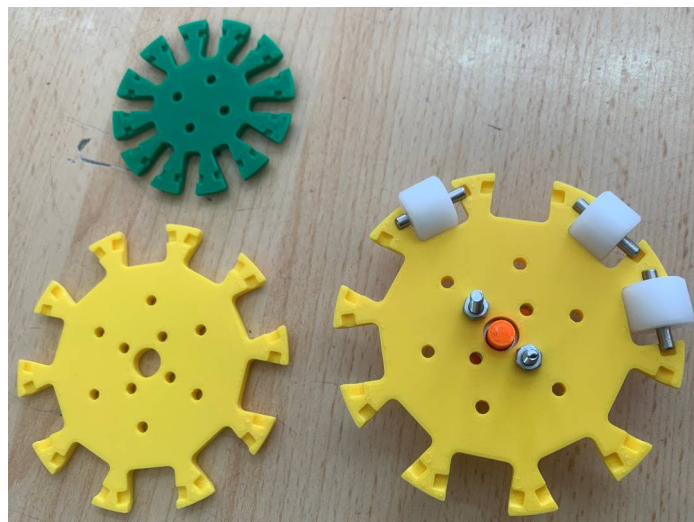


Imagen 19. Llantas de rueda omnidireccional grande. Rodillos de nailon.

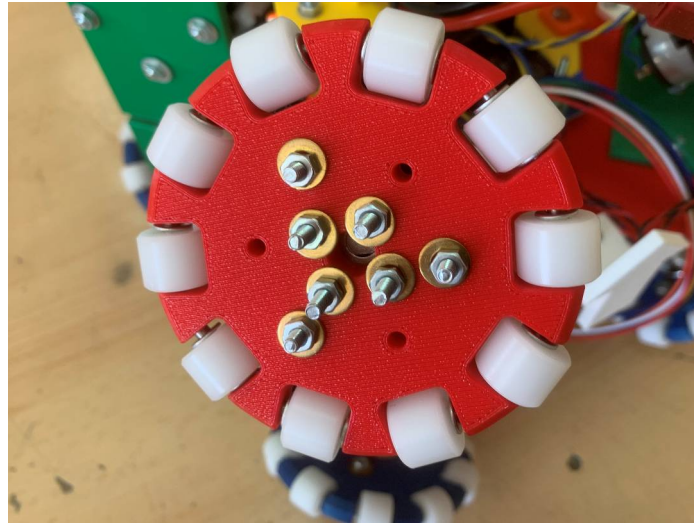


Imagen 20. Rueda omnidireccional grande.



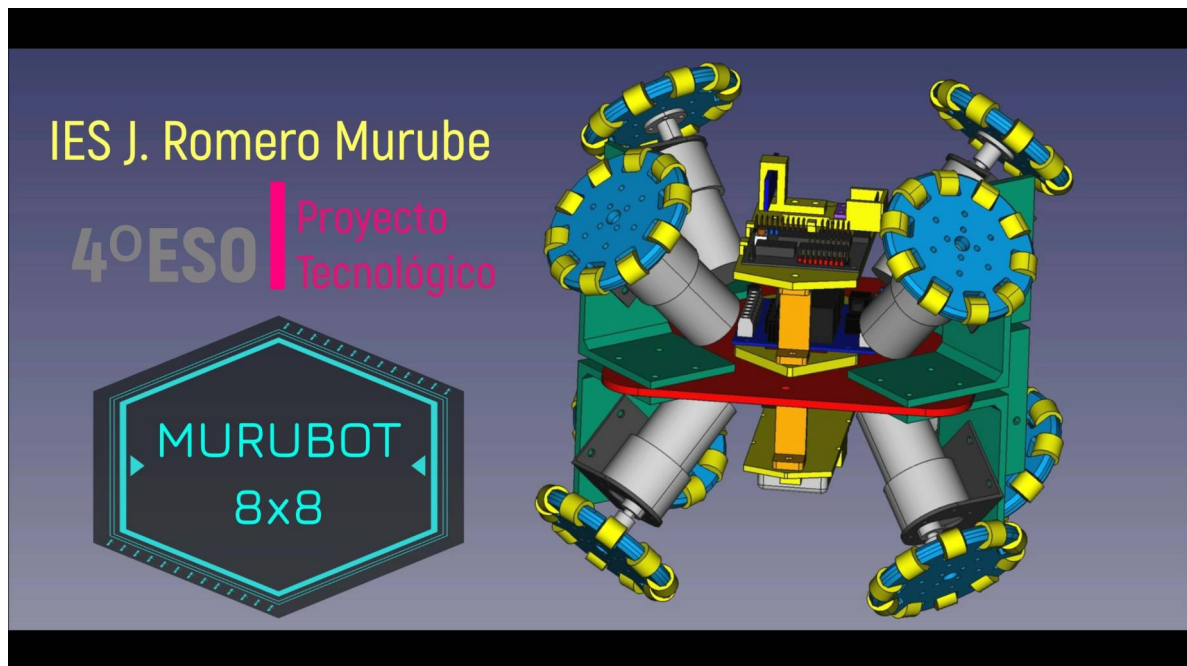
4. Vídeo de presentación del proyecto

El vídeo de presentación del proyecto está estructurado de la siguiente forma:

- Introducción al Murubot 8x8.
- Presentación del proyecto con sus principales características.
- Descripción de las partes del vehículo, tanto electrónicas como estructurales.
- Prácticas de algunos de los componentes electrónicos.
- Prueba de volcado del vehículo.
- Prueba final en la que se comprueba que el Murubot 8x8 es capaz de moverse sobre todas y cada una de sus seis caras.

El enlace al vídeo **PROYECTO “MURUBOT 8x8”** se muestra a continuación:

<https://youtu.be/auG00ymFdVs>



5. Hardware y software

Para poder desarrollar este proyecto tuvimos que buscar una tarjeta controladora de robótica que al menos dispusiera de:

- 16 salidas digitales para controlar los 8 motores DC del vehículo.
- 3 entradas analógicas para leer los valores devueltos por el acelerómetro.
- 1 entrada más para el módulo Bluetooth que comunica con una tableta o móvil.

Existen muchas tarjetas que cumplen con los requisitos anteriores. En concreto nosotros hemos utilizado un micro PICAXE-28X2 sobre una tarjeta AXE020. Este controlador se programa fácilmente con un sencillo BASIC adaptado.

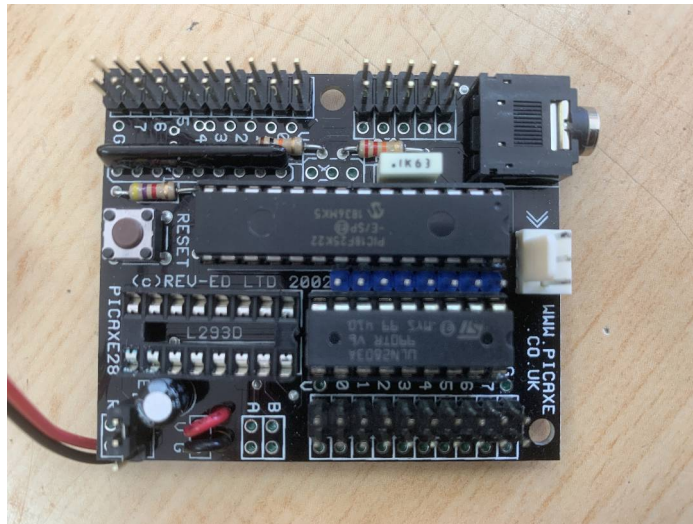


Imagen 21. Controladora con micro PICAXE-28X2



6. Conclusiones

La difusión por redes sociales de proyectos de Tecnología que se hacen en centros de secundaria de todo el mundo ha vuelto a estos muy populares. El alumnado cada vez tiene más imaginación a la hora de proponer proyectos. Son los profesores de secundaria los que tienen que encauzar estas ideas y ver si tienen viabilidad con los medios que se disponen. La ilusión siempre la pone el alumnado.

En concreto, la llegada de la robótica para poder crear casi cualquier automatismo así como de la impresión en 3D para posibilitar la creación de casi de cualquier estructura que se pretenda utilizar, aumenta de forma exponencial el número de ideas nuevas que curso a curso surgen de los talleres de Tecnología de los centros de secundaria.

En nuestro instituto, en el que se desarrollan proyectos de Robótica Escolar desde 2011, siempre se buscan ideas innovadoras. La imaginación de chicas y chicos no tiene límites, la mayoría de ellas son descabelladas para este nivel pero, como hay tantas, siempre alguna se puede desarrollar con suficientes garantías.

El proyecto que presentamos en este documento es muy innovador y pensamos que hasta futurista cercano. No hemos visto en las redes de divulgación de vídeos vehículos parecidos a los que aquí presentamos.

La realización y difusión de proyectos de Tecnología despierta en muchos estudiantes inquietudes tecnológicas, y en otros sirve para afianzarlas. Los autores de este proyecto se sienten muy orgullosos del mismo sobre todo por el carácter innovador que presenta y porque sienten que han aportado su granito a la Tecnología.

Es de agradecer también al resto de la clase que haya colaborado cuando ha sido necesario para finalizar con éxito este proyecto.

Deseando que el proyecto haya sido de su agrado, reciban un cordial saludo de todos los que hemos participado este proyecto, alumnado y Profesor de Tecnología y Coordinador del mismo. Gracias por su atención.

Marzo de 2023