

DESARROLLO DE PROYECTO: ROVER "SCORPIUS"

Informe Técnico

Laboratorio I

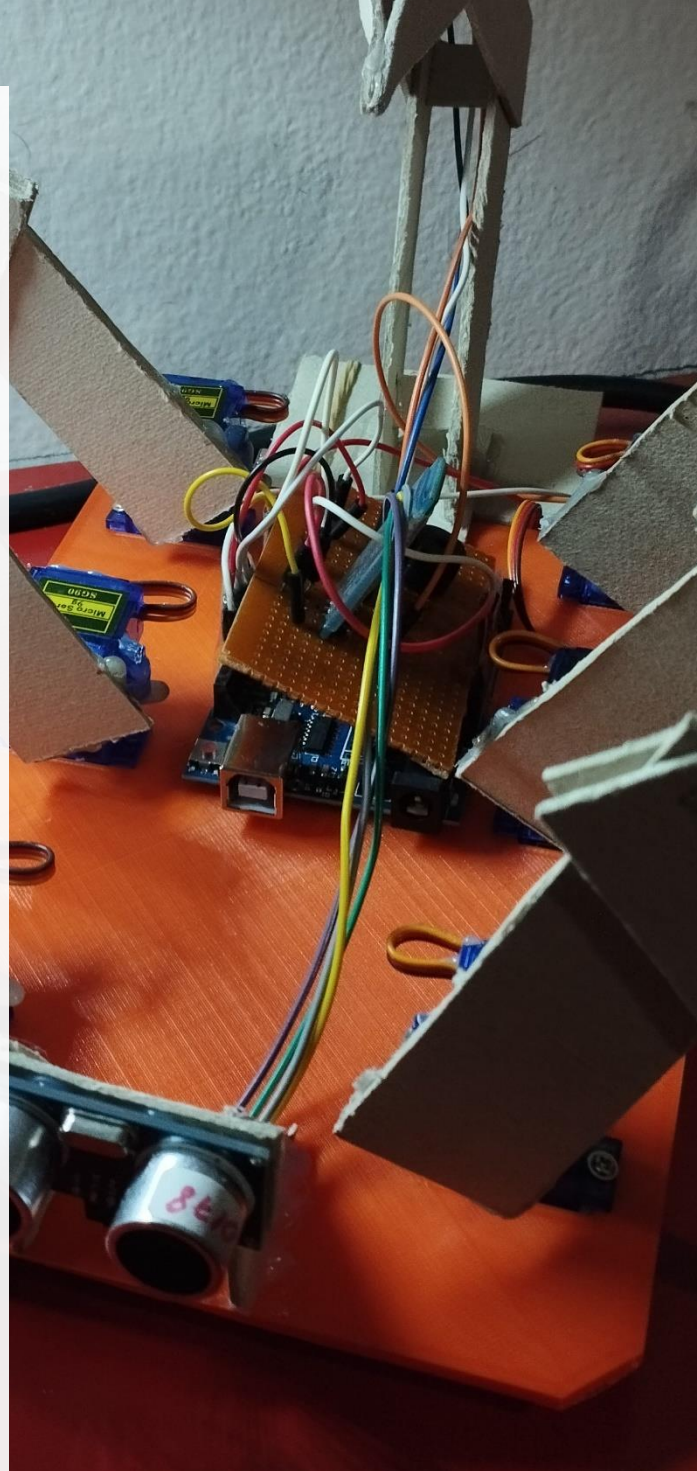
4 DE DICIEMBRE DE 2024

Profesores:

- Lic. Nano, Mónica.
- Ing. Salamero, Martín.

Grupo:

- Cenci, Facundo
- Guzmán, Lucas
- Roldán, Tiago



Índice

Introducción	3
Antecedentes	3
Diferenciación del proyecto	4
Periodo y ubicación	5
Objetivos:	
General	5
Específicos	6
Alcance	6
Problema y justificación	7
Desarrollo y resultados	7
Dificultades, soluciones y cambios	12
Conclusiones	13
Recomendaciones	14
Bibliografía	14
Anexos	15

Introducción

En el presente informe técnico, se detalla el desarrollo del proyecto de un rover hexápodo llamado Scorpius, diseñado y construido por Cero-Man Industries, cuyo objetivo principal es la recolección de datos ambientales en terrenos complejos donde las soluciones basadas en ruedas presentan limitaciones. Este proyecto combina la robótica móvil con la tecnología de sensores, aprovechando las capacidades de la plataforma Arduino para lograr un sistema de control eficiente y de bajo costo a comparación de los rovers ya existentes.

El robot, inspirado en la morfología de un insecto hexápodo, más específicamente, un escorpión, emplea seis patas en lugar de ruedas para mejorar su movilidad en terrenos irregulares, permitiéndole sortear obstáculos con mayor facilidad.

Durante la construcción del rover, ha habido diversos obstáculos, tales como la poca experiencia de desarrollo con Arduino, la demora que implicó el aprender a desarrollar aplicaciones móviles en la plataforma de MIT App Inventor, o las conexiones con los cables hacia los Arduinos, que presentaron cierto ruido en los pulsos; obstáculos de los cuales se hablará más adelante en este informe.

Este documento ofrece una revisión exhaustiva del desarrollo del proyecto, cubriendo desde los antecedentes y objetivos hasta los resultados técnicos, conclusiones y recomendaciones.

Antecedentes

Antes de hablar sobre los antecedentes, le daremos una breve explicación sobre que es un rover, en caso de que no lo tenga claro: Un rover es un tipo de robot diseñado para explorar terrenos y ambientes que suelen ser difíciles de recorrer o inseguros para los humanos, como superficies rocosas, suelos irregulares o incluso planetas como Marte. A diferencia de otros robots que se mueven en entornos controlados, un rover está preparado para desplazarse sobre diferentes tipos de terreno y, además de moverse, tiene sensores y cámaras que le permiten recolectar información sobre el ambiente, como la temperatura, la humedad o la composición del suelo. Esta información es clave para investigaciones científicas y exploraciones en lugares de difícil acceso.

Y ahora, se le pondrá al tanto de aquellos antecedentes necesarios para comprender del todo el proyecto, en base a los cuales se ha planificado y pensado el rover Scorpius:

Rovers anteriores: (Anexo 1)

La exploración espacial ha sido un campo de investigación e innovación para el ser humano desde comienzos de la carrera espacial en 1955, en el marco de la Guerra Fría. A lo largo de la misma, diversas compañías y empresas han tenido a rovers involucrados en sus misiones espaciales. El rover "Lunajod 1", enviado a luna por la U.R.S.S. en 1970, en el marco de la misión "Luna 17", fue el primer rover controlado a distancia en aterrizar en un cuerpo celeste. Desde entonces, potencias como EE.UU, India, China, o Japón han invertido en la creación de rovers y vehículos espaciales, como es el caso del "Curiosity", enviado por la NASA en 2011.

Robots hexápodos:

Un robot hexápodo es un tipo de robot que utiliza seis patas para moverse, en lugar de ruedas o cadenas. Este diseño se inspira en insectos como las hormigas o los escorpiones, que también tienen seis patas.

La principal ventaja de un robot hexápodo es su capacidad para desplazarse por terrenos donde las ruedas no serían efectivas. Gracias a sus patas, puede sortear obstáculos, mantener la estabilidad en superficies inestables y adaptarse mejor al entorno.

Los robots hexápodos se pueden ser utilizados en exploración, investigaciones científicas, y tareas en áreas donde otros tipos de robots no pueden acceder, como terrenos rocosos, pantanosos o llenos de escombros. Además, pueden equiparse con sensores para recolectar datos del entorno, como temperatura, humedad o distancia a objetos.

Diferenciación del proyecto

Ya conociendo a los hexápodos y rovers que antecederon a nuestro proyecto, se hablará más en detalle sobre el rover Scorpius:

Movilidad mejorada:

A diferencia de los rovers tradicionales que utilizan ruedas, el diseño hexápodo cuenta con patas impulsadas por servomotores, que permiten una movilidad mejorada a la hora de sortear terrenos complejos o riesgosos.

Sensores especializados para tareas concretas:

La lectura y obtención de datos se realizará por medio de sensores especializados ubicados estratégicamente en el rover, según la tarea que se vaya a realizar. Se incluyen: Un sensor ultrasónico para medir distancias entre el rover y los obstáculos que puedan presentarse, y un sensor de temperatura y humedad, conectado a un “aguijón” similar al de los escorpiones.

Interfaz móvil:

Se desarrollará paralelamente una aplicación móvil específica para el rover, que permitirá tanto el control del movimiento del rover, como la lectura en tiempo real de los datos recolectados. La aplicación se conectará desde un dispositivo móvil con conexión bluetooth a un módulo integrado en el hexápodo.

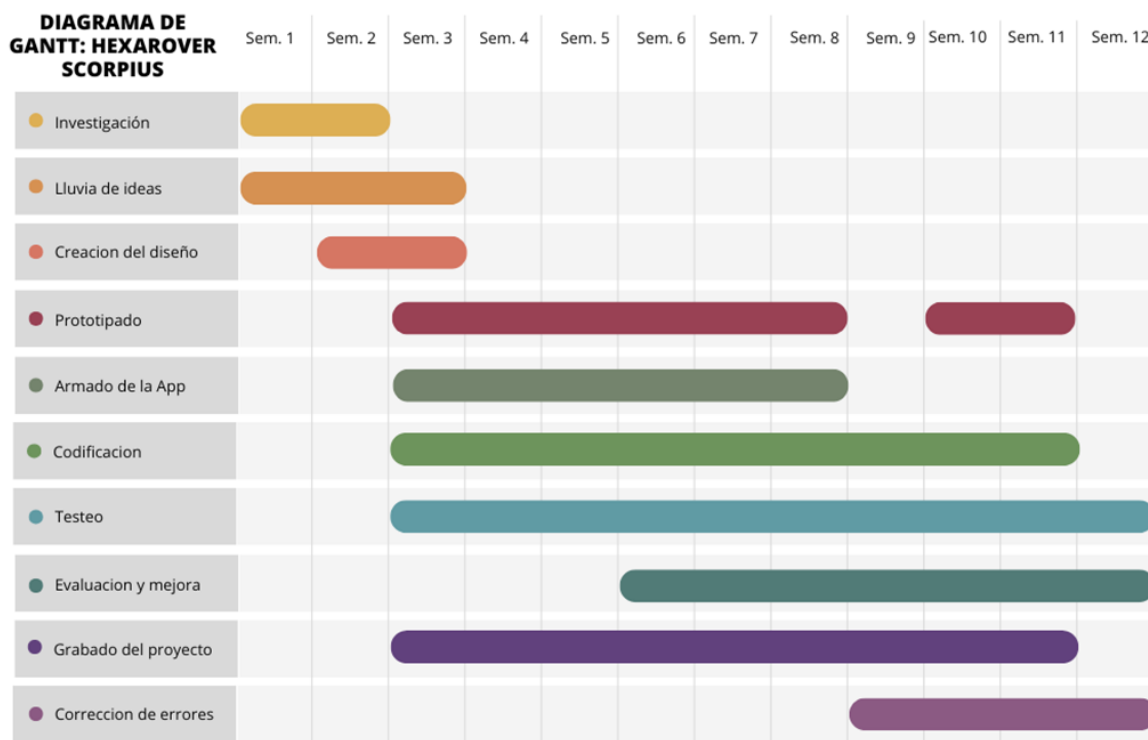
Accesibilidad y modularidad:

Se utilizaron componentes accesibles y de bajo costo para el desarrollo del rover. Estos materiales, junto al diseño modular del rover, permiten futuras expansiones, adaptaciones, o arreglos según las necesidades específicas de cada misión u objetivo.

Periodo y ubicación de desarrollo

El desarrollo del proyecto se realizó a lo largo de 12 semanas (entre agosto y noviembre), en las que se desarrollaron las 3 partes principales del proyecto: La planificación, el montaje y electrónica, y el desarrollo de la aplicación.

El desarrollo se realizó en los laboratorios de la Universidad Blas Pascal, y de manera Home-Office. Asimismo, todo el proceso de desarrollo se realizó en la Universidad Blas Pascal, Ciudad de Córdoba, Provincia de Córdoba, República Argentina.



Objetivo general

El objetivo general de este proyecto es ofrecer una solución más adaptable y flexible para la exploración intra e interplanetaria al tratarse de terrenos complejos en donde no cumplan correctamente su deber las ruedas tradicionales, además de demostrar que es posible desarrollar un proyecto de este tipo utilizando recursos de bajo costo, tales como los que se mencionarán en este documento. Por este motivo se propuso desarrollar una muestra de robot hexápodo rover que sea capaz de recolectar datos ambientales en terrenos complejos, utilizando la conocida plataforma Arduino, con sensores integrados para la medición de temperatura y humedad, y control remoto a través de una aplicación móvil que permita la visualización en tiempo real de los datos obtenidos y la asignación de comandos de movimiento al robot.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos que se plantearon al momento de desarrollar el proyecto fueron:

- Diseñar y construir un sistema de locomoción hexápodo que permita al robot desplazarse, manteniendo estabilidad y maniobrabilidad.
- Integrar sensores de temperatura, humedad y distancia en el robot, y ubicarlos en el lugar más óptimo para la recolección de datos ambientales en tiempo real.
- Desarrollar una interfaz de control remoto mediante una aplicación móvil que permita la visualización de los datos recolectados y el control de los movimientos del robot (caminar, girar, etc.).
- Implementar un sistema de comunicación entre el robot y la aplicación móvil utilizando tecnología de fácil implementación para la transmisión de datos y órdenes.
- Evaluar el desempeño del robot en condiciones controladas, analizando su capacidad para recolección y transmisión de datos ambientales.

Alcance

El alcance de este proyecto se centra en el desarrollo y despliegue de un robot hexápodo rover orientado a la recolección de datos ambientales en terrenos complejos e irregulares, donde los métodos de exploración tradicionales enfrentan limitaciones. Este proyecto tiene aplicaciones en campos como la ecología, la geología, el monitoreo climático y la investigación ambiental, donde el acceso a información precisa sobre variables como la temperatura y la humedad es esencial.

Gracias a su diseño con patas articuladas y su capacidad de moverse con estabilidad en diversos tipos de terreno, el robot hexápodo rover permite a investigadores y profesionales explorar entornos de difícil acceso sin depender de vehículos de ruedas, que son ineficaces en muchas de estas condiciones. La interfaz de control remoto a través de una aplicación móvil proporciona una plataforma intuitiva para manejar el robot y visualizar en tiempo real los datos recolectados, facilitando su uso en estudios de campo, incluso en zonas sin supervisión directa.

Este proyecto establece una base para futuras aplicaciones, que podrían incluir la incorporación de sistemas autónomos y la expansión del conjunto de sensores para cubrir una gama aún mayor de variables ambientales. El rover hexápodo está diseñado para ser un recurso práctico y accesible que podría adaptarse a una amplia variedad de aplicaciones de monitoreo y recolección de datos en diferentes áreas de estudio científico.

Problema y su justificación

En entornos naturales, la recolección de datos ambientales es esencial para estudios en áreas como la ecología, la geología y el monitoreo climático. Sin embargo, muchos de estos entornos presentan terrenos complejos y obstáculos que dificultan o imposibilitan el uso de vehículos de ruedas convencionales. Los sistemas de tracción con ruedas, aunque eficaces en superficies regulares, suelen perder eficacia en terrenos irregulares o en condiciones adversas, lo que limita la capacidad de monitoreo en ciertas áreas.

Los robots hexápodos, inspirados en la locomoción de insectos, representan una alternativa viable para superar estos problemas, gracias a su capacidad de adaptación mediante el uso de patas articuladas. Estos sistemas ofrecen una mejor maniobrabilidad y estabilidad en comparación con los robots de ruedas, permitiendo un desplazamiento más eficiente en estos tipos de suelos.

Este proyecto se justifica por su objetivo de crear un sistema accesible de recolección de datos ambientales sin importar el lugar a investigar. Al combinar la tecnología de sensores y movimiento con la plataforma Arduino, este robot hexápodo ofrece una solución innovadora y de bajo costo para el monitoreo, superando limitaciones impuestas por diseños de locomoción convencionales. A través del uso de patas en lugar de ruedas y la integración de sensores de temperatura, distancia y humedad, el robot podrá ser controlado de manera remota y proporcionar datos en tiempo real, facilitando investigaciones y monitoreo en zonas complicadas.

Desarrollo y resultados

Metodología utilizada:

El desarrollo del proyecto siguió un proceso estructurado dividido en varias etapas que garantizaron la construcción, programación y prueba del robot hexápodo rover, en general estas fueron las siguientes:

Fase de Diseño:

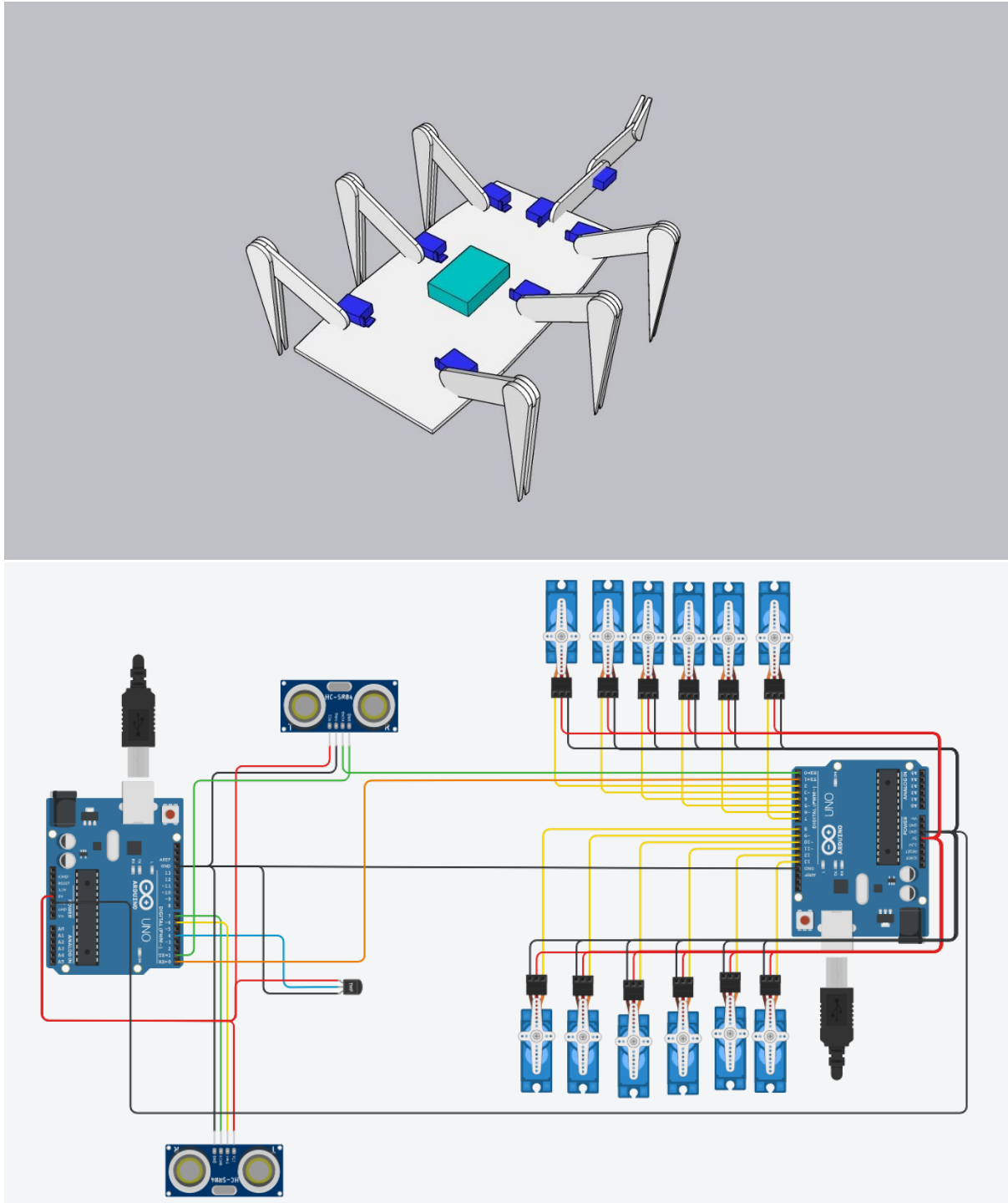
Para comenzar con el desarrollo del hexápodo, se planificó detalladamente todo aquello que sería necesario realizar y aprender. Durante esta etapa, extendida a lo largo de 3 semanas, se investigó sobre la utilización de los microcontroladores Arduino y las plataformas con las que se llevaría a cabo el robot, además, se realizaron prácticas a modo de actividad solicitada por los docentes. Una vez adquiridos los conocimientos necesarios y conocidos los límites y capacidad de estas plataformas, se comenzó a esbozar el diseño, y a pensar en las funciones que llevará a cabo el rover.

Se conceptualizó el diseño del robot con énfasis en la locomoción hexápoda, seleccionando materiales livianos y resistentes. Una vez definido el concepto, se procedió a plasmarlo en el Anteproyecto.

Se descartaron ruedas como sistema de locomoción debido a la necesidad de superar terrenos irregulares, priorizando un diseño inspirado en insectos.

Se definió la ubicación de los sensores para maximizar la funcionalidad, con el sensor de temperatura y humedad integrado en un agujón estático y el sensor ultrasónico en la parte frontal.

Además, en esta etapa se creó un modelo 3D para representar y pre visualizar como quedaría el rover una vez finalizado. Esto, a su vez, vino acompañado de diagramas de conexiones para los componentes electrónicos. A continuación, se presentan algunas de las imágenes mencionadas anteriormente (Anexo 2):



Fase de Construcción:

En esta fase, se ensamblaron las patas del robot utilizando directamente los servomotores y silicona caliente, probando diferentes configuraciones para garantizar estabilidad y maniobrabilidad.

La estructura del cuerpo se diseñó con una base central que soporta los componentes electrónicos, las patas y sensores, la cual fue impresa en 3D. Previo a la versión definitiva se optó por realizar un prototipo completamente de cartón el cual brindó resultados más que satisfactorios que dieron luz verde para avanzar.

A la hora de organizar los cables y conexiones se optó por utilizar una placa de estaño, la cual resumiría una gran cantidad de cables y peso en tan solo unas pocas trazas de estaño.

El procedimiento se realizó de manera secuencial siguiendo el siguiente orden: Montaje de las patas pegándolas a los servos, montaje de las patas al chasis, diseño y creación de la placa de estaño, montaje del agujón, montaje y soldadura de todos los componentes, pruebas del circuito, y montaje de sensores y circuito sobre el rover.

Fase de Programación:

Se estudió el funcionamiento y coordinación de las patas de un hexápodo (se analizaron proyectos personales previos de uno de los miembros del equipo), para posteriormente plasmarlo en código.

Se desarrolló el código de control para coordinar el movimiento de las patas en el Arduino Padre, basado en los estudios y análisis previos, asegurando un desplazamiento estable y eficiente.

Se investigó acerca del uso de los sensores a utilizar para asegurar un óptimo rendimiento y se plasmó el conocimiento adquirido en el código del Arduino Hijo.

Como se mencionó anteriormente, se debía complementar al rover, con una aplicación mediante la cual se pueda controlar el movimiento y el flujo de información de los sensores del mismo. La aplicación fue desarrollada en la plataforma del MIT "App Inventor", y cuenta con 2 pantallas, una de control (donde se recibe y envía toda la información necesaria del rover), y una pantalla principal tipo menú, en la que se recibe al usuario antes de pasar al control del rover.

Fase de Pruebas:

Se realizaron pruebas iniciales y finales en un entorno controlado para ajustar los movimientos del robot y validar la recolección y transmisión de datos. Obteniendo resultados satisfactorios.

Presentación de los resultados según los objetivos planteados:**Diseñar y construir un sistema de locomoción hexápodo que permita al robot desplazarse:**

Se logró desarrollar un sistema de locomoción eficiente basado en seis patas, utilizando servomotores que coordinan movimientos en ciclos alternados para mantener el equilibrio. El diseño hexápodo mostró capacidad para desplazarse utilizando sus patas y manteniendo la estabilidad necesaria para una correcta locomoción. Las patas conservaron su material original, es decir cartón, para conservar cierta flexibilidad que es útil a la hora del desplazamiento.

Integrar sensores en el robot para la recolección de datos ambientales en tiempo real:

El sensor ultrasónico se instaló en la parte frontal del robot, permitiendo detectar obstáculos a distancia de manera precisa, y no solo eso, sino que puede utilizarse para tomar medidas aproximadas de manera remota. El sensor de temperatura y humedad, ubicado en la punta del aguijón estático, cumplió su propósito de medir las condiciones ambientales, mostrando lecturas acordes a la realidad en las pruebas realizadas. Debido a la flexibilidad del proyecto, es posible una gran ampliación con respecto a los sensores, ya que permite agregar todos aquellos que se necesiten para determinadas tareas.

Desarrollar una aplicación móvil que permita la visualización de los datos recolectados y el control de los movimientos del robot:

Se diseñó una aplicación móvil intuitiva, que permitió visualizar los datos de los sensores en tiempo real y controlar las acciones del robot, como caminar hacia adelante, atrás, girar y detenerse. La interfaz fue probada con éxito en múltiples dispositivos móviles, demostrando una experiencia de usuario fluida y funcional. Además, se pensó en la estética, lo cual viene de la mano con hacer que sea intuitiva a la hora de utilizarse.

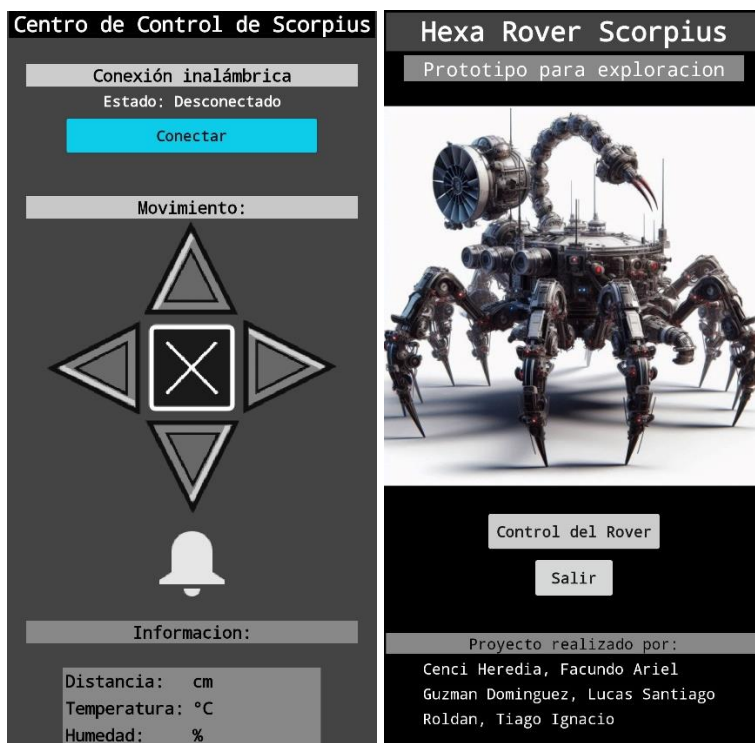
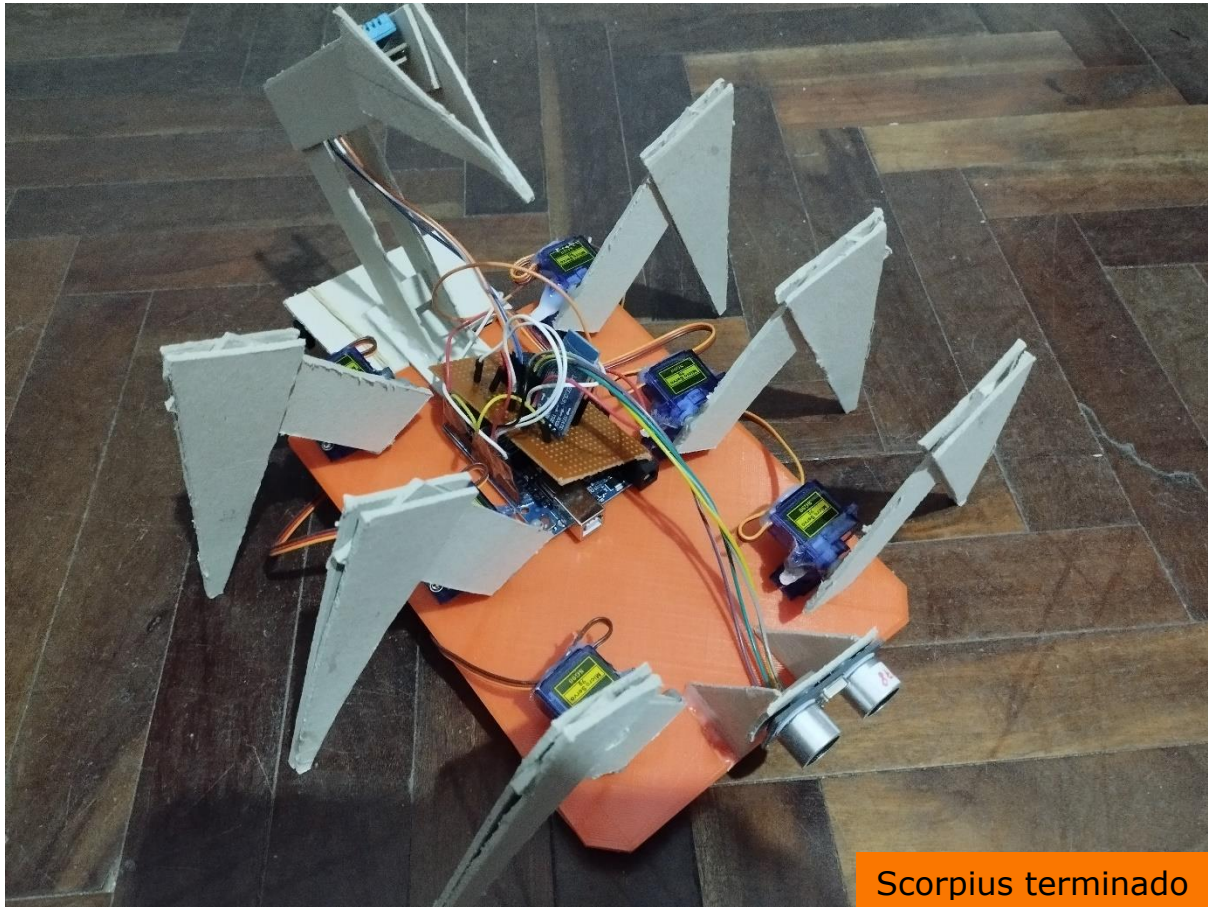
Implementar un sistema de comunicación entre el robot y la aplicación móvil utilizando tecnología de fácil implementación para la transmisión de datos y órdenes:

El módulo Bluetooth HC-06 configurado en el robot permitió una comunicación bidireccional confiable entre el robot y la aplicación móvil. Las pruebas mostraron una transmisión estable de datos ambientales y comandos en un rango de operación adecuado para las condiciones previstas. Además, para una mayor optimización, se pensó en un sistema de manejo de datos triangular, esto quiere decir que el módulo bluetooth envía datos solamente a un Arduino (Arduino Padre), el cual controlará la caminata y las órdenes recibidas por la aplicación; sin embargo, a la hora de recibir datos, lo hace desde el otro Arduino (Arduino Hijo), el cual está encargado de recolectar los datos de los sensores y enviarlos hacia el módulo; además de estas dos conexiones existe una tercera desde el Arduino Padre hacia el Arduino Hijo, para ciertos datos de control que el Arduino Hijo debe obtener en determinadas ocasiones, como puede ser la función de alarma.

Evaluar el desempeño del robot en condiciones controladas, analizando su capacidad para recolección y transmisión de datos ambientales:

En las pruebas realizadas en un entorno controlado, el robot demostró ser capaz de recolectar datos precisos y transmitirlos de manera eficaz a la aplicación móvil. Además, demostró capacidad para moverse utilizando su condición de hexápodo. Entonces se puede afirmar que el proyecto ha cumplido con los objetivos planteados.

Vistazo a los resultados: (Anexo 3)



App de control

Dificultades, soluciones y cambios

Durante el desarrollo del proyecto se intentó seguir al pie de la letra el anteproyecto planteado anteriormente, pero como era de esperarse por la complejidad técnica del mismo, se presentaron ciertos inconvenientes que hubo que resolver y, en algunos puntos, hubo que recurrir a un rediseño de ciertas partes del proyecto. Además, cabe aclarar que dichos cambios fueron sugeridos por los docentes Mónica Nano y Martín Salamero, con el fin de proteger la integridad del proyecto y evitar que un intento de seguir rigurosamente el anteproyecto pueda terminar en una ruptura o hecho desafortunado del mismo. Todo esto llevó a que se realicen los cambios de diseño y optimización que se enumerarán a continuación:

- Cambios en la estructura del rover: En el anteproyecto se especificó que la estructura del rover sería impresa en 3D. Sin embargo, se nos recomendó mantener la estructura de cartón gris que se ha utilizado para el prototipo inicial, por lo que se optó por utilizar la impresión 3D solamente para el chasis del rover, lo cual favorecería a la resistencia estructural del mismo, dejando las patas con su material original.
- Por razones similares, se decidió eliminar el movimiento del aguijón del rover, ya que proporcionaría más peso y, por ende, más estrés a los motores de las patas, y podría derivar en problemas de movimiento, o en la necesidad de cambiar los servomotores utilizados en las patas por otros de mayor fuerza.
- Adición y eliminación de funciones: Se añadieron funciones no mencionadas en el anteproyecto, ya que favorecían al rover y le aportaban más utilidad. Las funciones añadidas fueron la alarma del rover (realizado mediante un movimiento rítmico de las patas, y un buzzer con música), y la adición complementaria de un sensor de temperatura y humedad en lugar de un sensor exclusivo de temperatura. Asimismo, funciones como el sensor de presión atmosférica, o la energía proporcionada por las baterías, tuvieron que ser eliminadas del proyecto final, por la escasez del sensor de presión, y por la incapacidad del rover de soportar el peso de una batería. Pero está de más decir que este es un proyecto con amplia capacidad de expansión y modificación, por lo que puede ser optimizado para cualquier tarea sin tener muchos problemas, por lo cual las partes eliminadas podrían ser incluidas en alguna futura versión si se continua con el desarrollo.
- En cuanto a la aplicación móvil, hubo algunos inconvenientes y dificultades con respecto al uso de la plataforma MIT App Inventor, la cual, si bien facilita el uso gracias a las funciones pre programadas, fue también una restricción con respecto a la libertad de crear funciones propias para el control del robot, teniendo que cambiar la manera de enviar y recibir datos a lo largo del desarrollo. Debido a esto, la aplicación final fue cambiada respecto a las ideas originales para la misma. La comunicación entre las placas y el módulo bluetooth tuvo que adaptarse para facilitar la transferencia de datos, ya que los primeros modelos de la app no lograban enviar datos ni señales al Arduino, ni podían recibir datos de los sensores. Asimismo, la disposición de las pantallas ha variado con los diversos problemas de código que han surgido. Se pasó de un modelo de 4 pantallas (Una principal que incluya el menú, una de control, una de datos recibidos por los sensores, y otra de conexión BT), a uno de 2 pantallas (una principal de menú, y una de control, con conexión BT y datos recibidos por los

sensores), ya que el cambio entre pantallas desconectaba la aplicación del módulo bluetooth de Arduino, evitando la comunicación.

Conclusiones

El proyecto del robot hexápodo rover “Scorpius”, ha demostrado ser una solución eficiente y práctica para la recolección de datos ambientales en terrenos complejos. Este rover hexápodo presenta una clara ventaja en su locomoción mediante patas articuladas, permitiendo una mayor maniobrabilidad y estabilidad que los robots con ruedas, especialmente en entornos naturales donde existen obstáculos y superficies irregulares.

El sistema de sensores integrados, con capacidad de medir temperatura, distancia y humedad, resultó en una recolección de datos ambiental precisa, posibilitando aplicaciones científicas y de monitoreo en áreas de difícil acceso. El agujón, aunque estático por razones estructurales, demostró ser un soporte eficaz para el sensor de humedad y temperatura ambiental, conservando su funcionalidad sin comprometer la integridad del robot. La interfaz de control y visualización desarrollada en la aplicación móvil permitió una interacción en tiempo real con el robot, facilitando su operación y el monitoreo de las variables ambientales desde una ubicación remota.

A pesar de no incluir el sensor de presión atmosférica por problemas de disponibilidad, el robot logró satisfacer los objetivos del proyecto. La implementación de Arduino y los componentes utilizados lograron un balance entre eficiencia, bajo costo y funcionalidad, lo que valida el enfoque de tecnologías accesibles y personalizables para proyectos de robótica orientados al estudio ambiental. Además, la experiencia adquirida en este proyecto sugiere que el diseño hexápodo podría optimizarse aún más, ampliando su aplicación en escenarios reales de exploración y monitoreo científico.

En conclusión, el robot hexápodo rover no solo cumplió con las metas iniciales del proyecto, sino que también abrió la posibilidad de futuras mejoras en sus capacidades de recolección de datos, estabilidad y autonomía.

Recomendaciones

A continuación, se le brindarán algunas recomendaciones importantes que hay que tener para desarrollar este proyecto:

1. Asegurarse de que la fuente de alimentación tenga suficiente capacidad para alimentar todos los servos, entregando un amperaje acorde a estos.
2. En caso de utilizar sensores distintos, verificar su compatibilidad con la plataforma Arduino para garantizar un funcionamiento adecuado y evitar problemas en la programación.
3. Diseñar y organizar los códigos en módulos independientes o funciones para facilitar la lectura en caso de realizar modificaciones.
4. Recordar centrar todos los servos antes del armado. Es muy importante asegurarse de que no se roten una vez centrados.
5. En cuanto al montaje, es muy recomendable primero armar todas las patas y una vez terminado este paso, proceder a colocarlas y pegarlas en el chasis, no al revés.

Bibliografía

Historia de los rovers y anexo 1:

- https://es.wikipedia.org/wiki/Lunojod_1
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Perseverance>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Curiosity>

Anexos

Anexo 1: Contexto sobre los rovers:

Historia de la guerra fría y la exploración espacial:

“La carrera espacial fue una pugna entre Estados Unidos y la Unión Soviética por la conquista del espacio que duró aproximadamente (1955 a 1988). Supuso el esfuerzo paralelo de ambos países de explorar el espacio exterior con satélites artificiales y de enviar humanos al espacio y a la superficie lunar.”

“[...] El 4 de enero de 1959, el programa Luna soviético arrancó con el lanzamiento de la sonda Luna 1, convirtiéndose en la primera sonda en llegar a la Luna.⁴³ Tras el éxito soviético de colocar el primer satélite en órbita, Estados Unidos impulsó el programa Pioneer para enviar una sonda a la Luna.⁴⁴ Entre los años 1958 y 1960, enviaron nueve sondas lunares, con escasa tasa de éxito.⁴⁵ Además del programa Pioneer, los estadounidenses crearon los programas Ranger, Lunar Orbiter y Surveyor, con el objetivo de buscar lugares de alunizaje potenciales para el futuro programa Apolo.^{46 47 48.}”

Lunokhod:

“Lunokhod 1 (en ruso: Луноход-1) es un vehículo controlado a distancia enviado a la Luna por la Unión Soviética en noviembre de 1970. Fue el primer aparato automático que se controló a distancia fuera de la Tierra, hecho que lo convierte en un logro histórico. El astromóvil recorrió más de 10 km entre el 17 de noviembre de 1970 y el 14 de septiembre de 1971, permaneciendo operativo durante más de 300 días.[...]”.

Curiosity:

“La Mars Science Laboratory (abreviada MSL), conocida como Curiosity [...], es una misión espacial que incluye un astromóvil de exploración marciana dirigida por la NASA. Programada en un principio para ser lanzada el 8 de octubre de 2009 y efectuar un descenso de precisión sobre la superficie del planeta en 2010 entre los meses de julio y septiembre, fue finalmente lanzada el 26 de noviembre de 2011 a las 10:02 a. m. EST, y aterrizó en Marte exitosamente en el cráter Gale el 6 de agosto de 2012, aproximadamente a las 05:31 UTC, enviando sus primeras imágenes a la Tierra.”

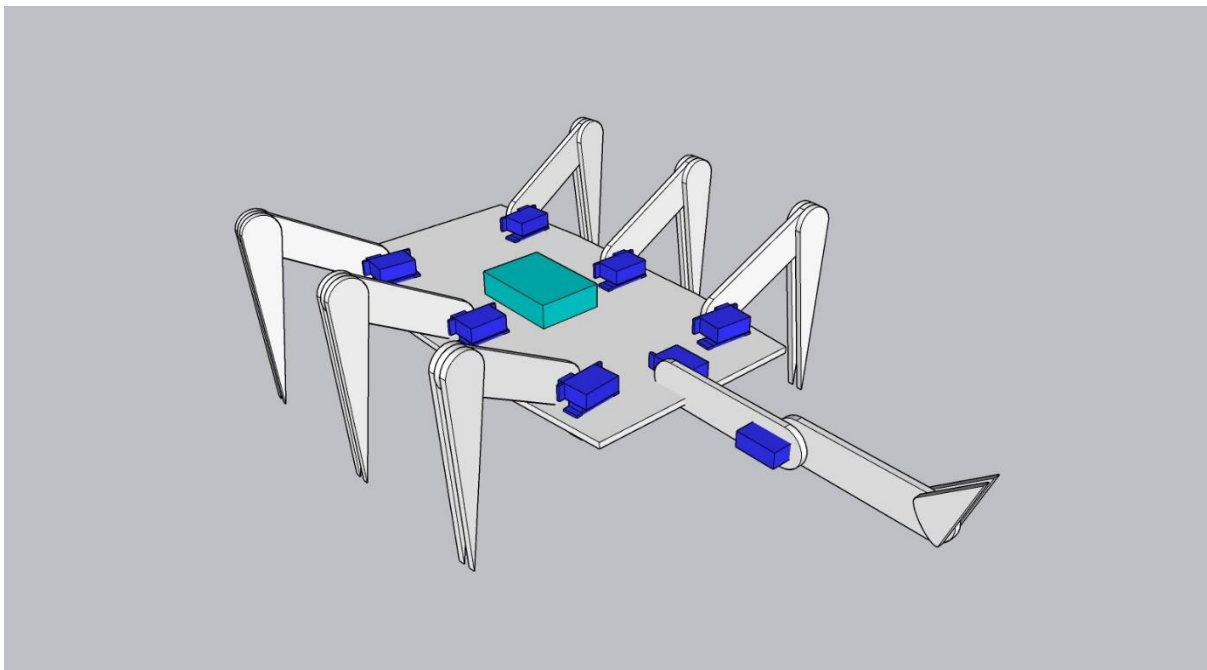
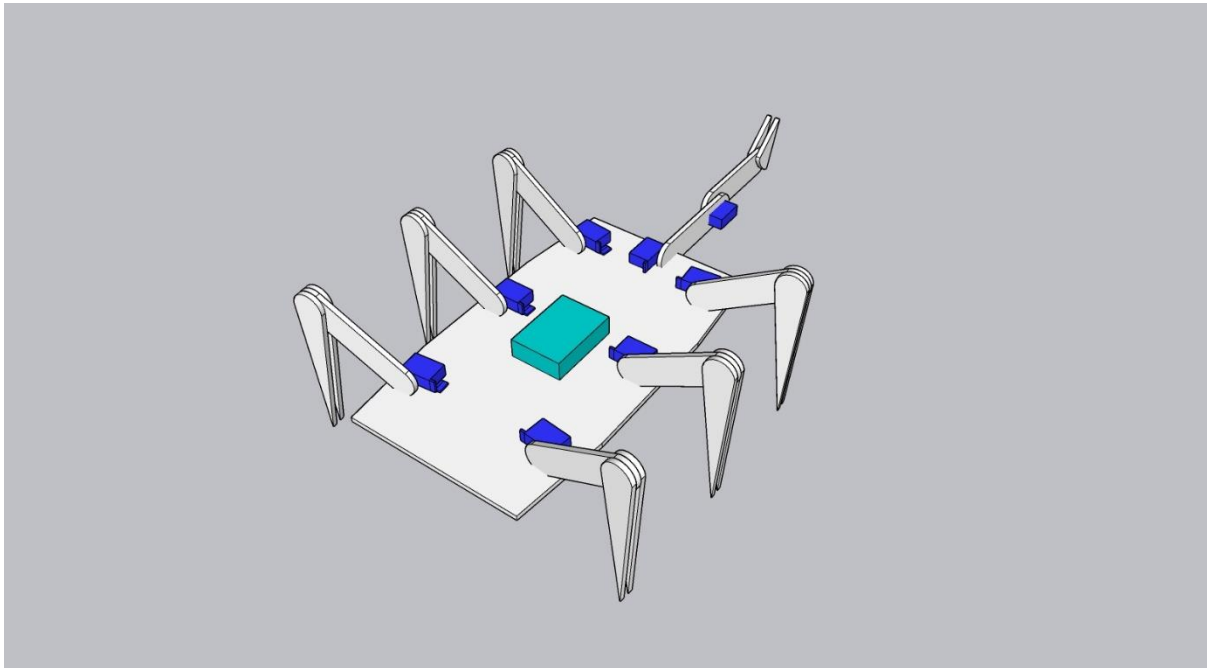
Perseverance:

“Perseverance o Perseverancia [...] es un vehículo robotizado diseñado y fabricado por el Laboratorio de Propulsión a Reacción para explorar el cráter Jezero de Marte como parte de la misión “Mars 2020” del Programa de Exploración de Marte de la NASA. Fue lanzado el 30 de julio de 2020 a las 11:50 UTC¹ desde Cabo Cañaveral en Florida y aterrizó en Marte el 18 de febrero de 2021 a las 20:56 UTC.

Su diseño es casi idéntico al rover Curiosity; cuenta con siete instrumentos científicos para estudiar la superficie marciana empezando desde el cráter Jezero. También lleva a bordo veintitrés cámaras y dos micrófonos. En la misión también navegará el helicóptero explorador Ingenuity, que ayudará al Perseverance a encontrar posibles lugares para estudiar. “

Anexo 2: Diseño del rover:

Renders del modelo original:



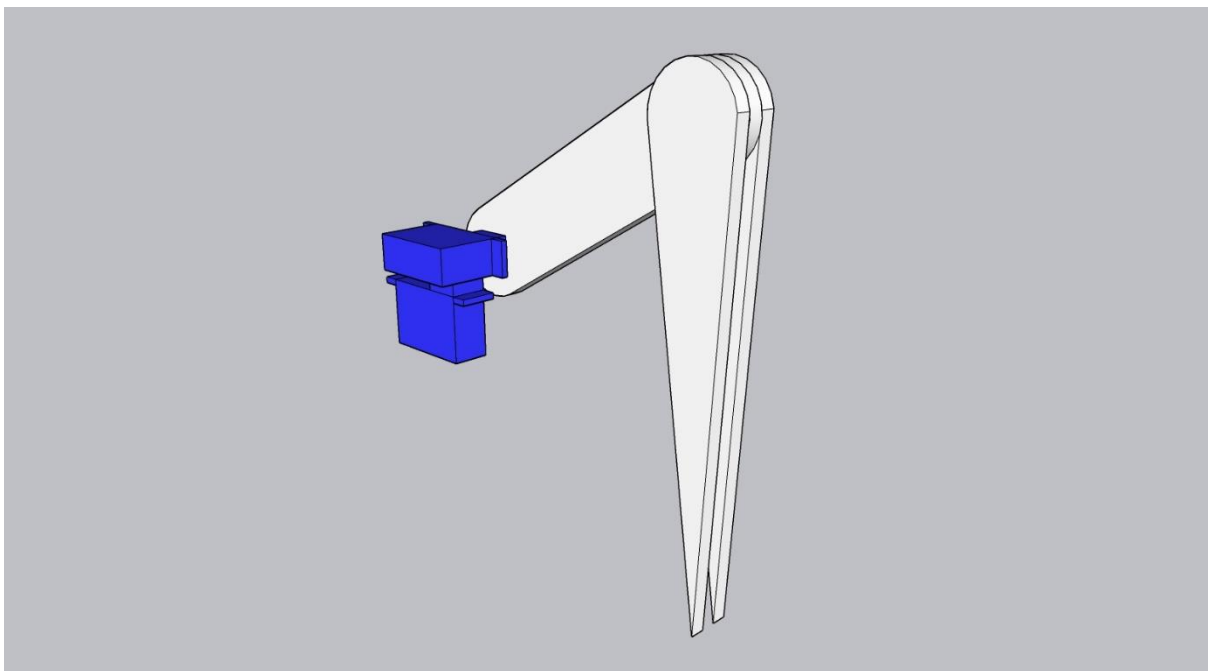
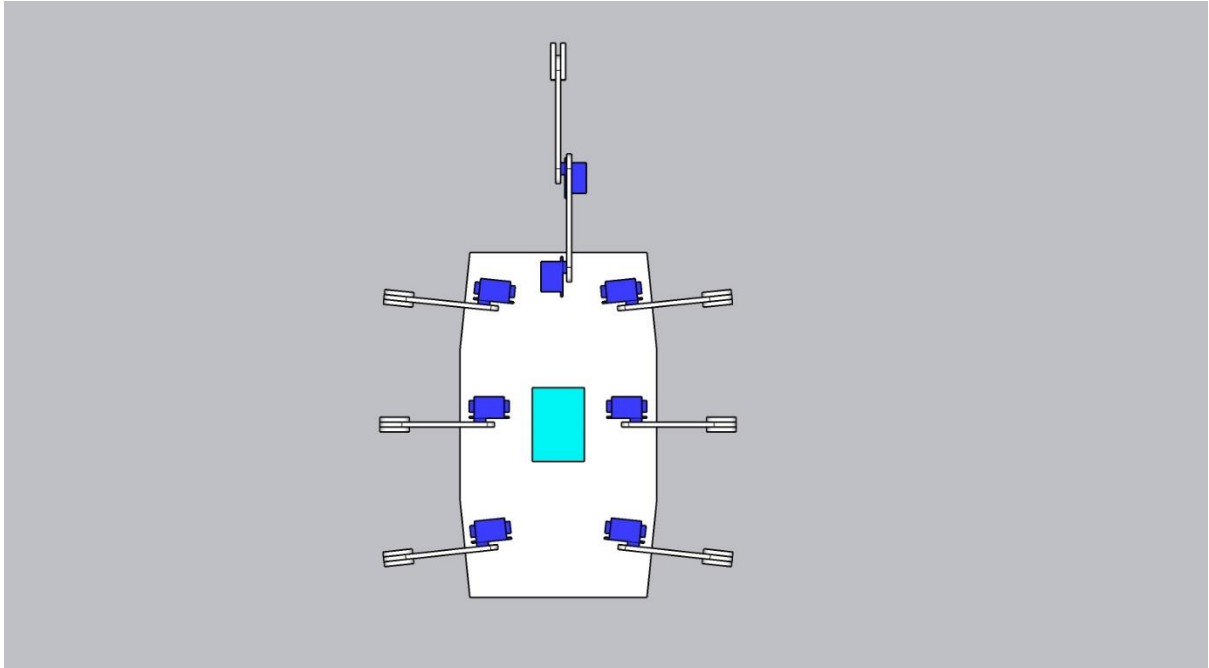
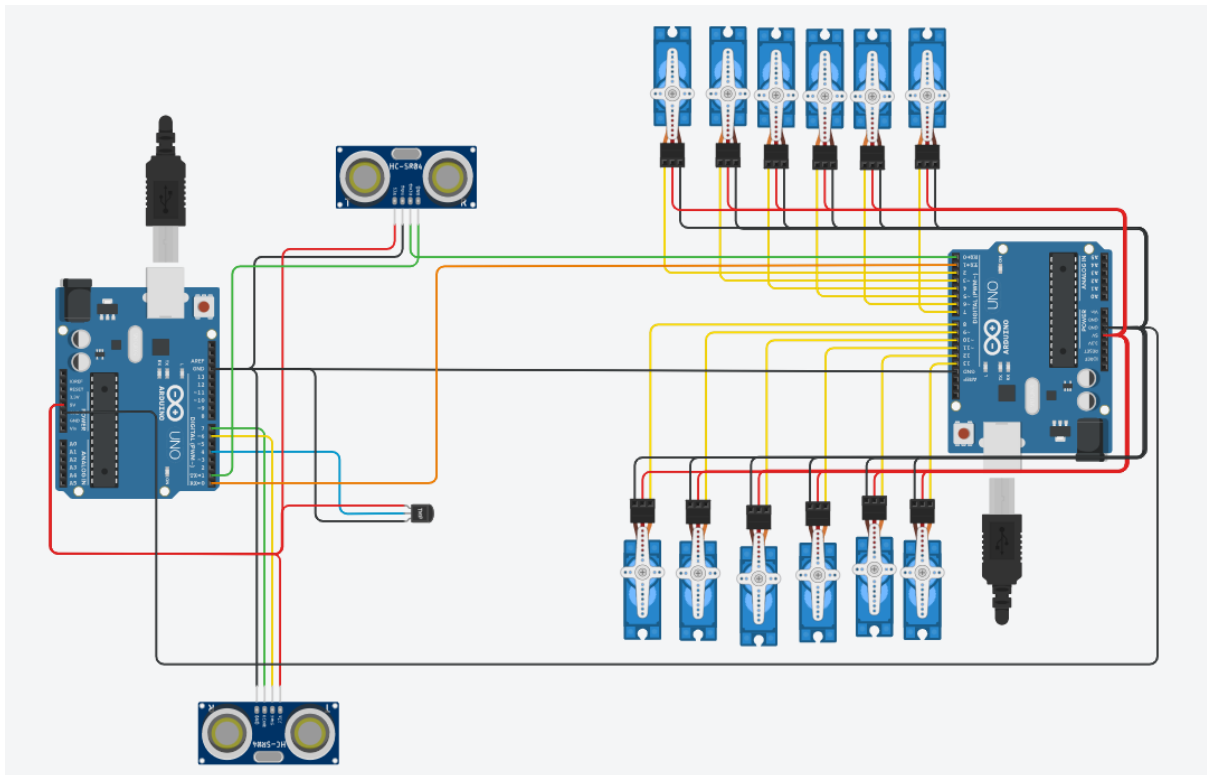


Diagrama de conexiones:

Anexo 3: Resultado final:

