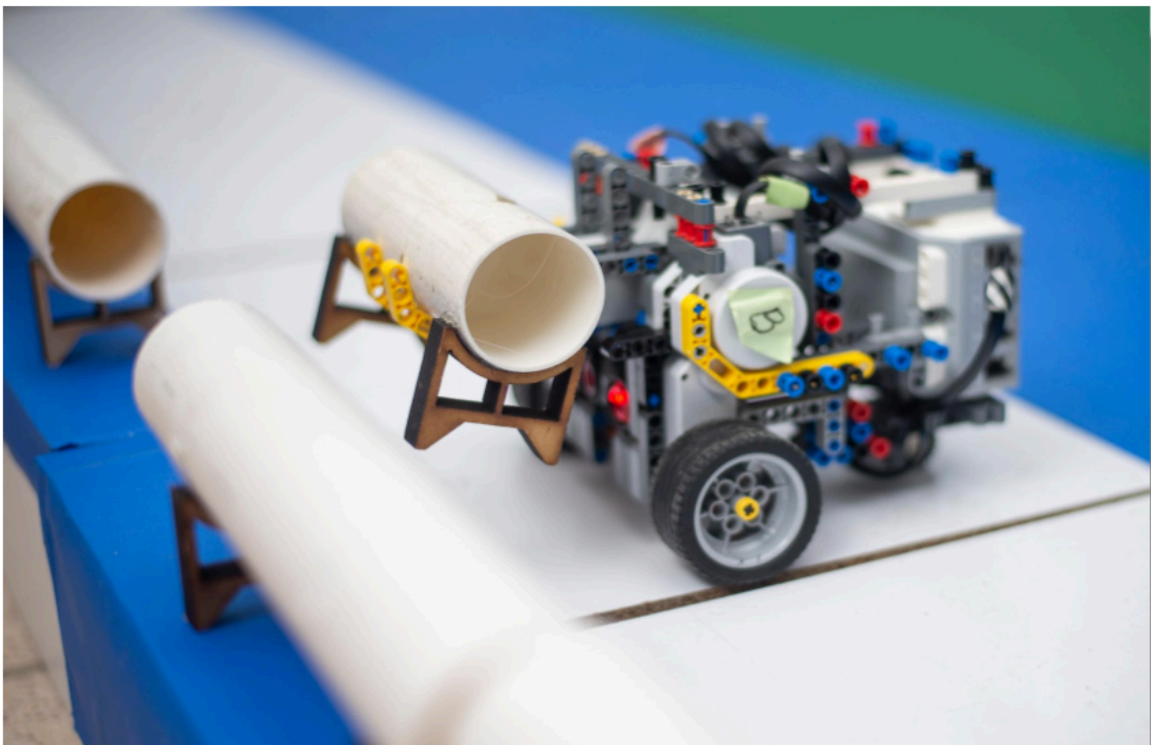


TDP: Proyecto reparación del Gasoducto “Big River”, TMR 2023 Julio-Diciembre 2023



Presentan:
**Miriam Hernández, César Ricardo
Zetina, Abelino Zuñiga**

Reporte técnico
TDP: Proyecto reparación del Gasoducto “Big River”, TMR 2023
Julio-Diciembre 2023
Miriam Hernández, César Ricardo Zetina, Abelino Zuñiga

Introducción

En el presente documento se realiza una detallada descripción de la solución al problema: Reparación del gasoducto con robots LEGO, de la categoría IEEE LARC Standard Educational Kit (LARC-SEK). Esta solución se llevó a prueba al XIV TMR – Decimocuarto Torneo Mexicano de Robótica 2023, en el cuál el equipo participante logró obtener un 2do lugar en dicho evento. Este evento fue realizado en Xalapa Veracruz, en la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, los días 27, 28 y 29 de abril del 2023.

El equipo participante, trabajó alrededor de dos meses de forma continua para lograr llevar a cabo una buena participación. Cabe mencionar que el equipo participante estuvo conformado por alumnos de la carrera de Matemáticas Aplicadas y Computación, de distintos semestres y niveles, por lo que el equipo formado fue muy característico por la forma en la que tuvieron que adaptar su comunicación y emparejamiento de ideas para lograr implementar una solución al problema planteado.

A lo largo del documento se describe cada etapa, iniciando con la descripción del problema, se continuará con el planteamiento de solución, la puesta en marcha, las pruebas realizadas, las áreas de oportunidad y finalizará con las conclusiones.

Problema

El problema consiste en llevar a cabo la Reparación del gasoducto de “Big River”, en un escenario hipotético, en donde dicho escenario se divide en 3 zonas:

- La principal es la zona blanca, destinada para el inicio de los robots y en caso de trabajar con dos robots es la zona de encuentro.
- La segunda es la zona de repuestos, está dividida por tres colores, que representan cada tamaño distinto de tubos, que son los repuestos a reparar. Este se encuentra en la zona alta, junto a la zona blanca.
- La tercer zona corresponde a la parte baja, donde se encuentra la tubería con los espacios que representan las afectaciones de la misma, para llegar a esa zona se debe pasar por una pendiente, identificada por ser un plano inclinado y de color verde. Dentro de la zona ubicada por ser toda de color azul, se encuentra la tubería elevada por una plataforma a 5 cm del suelo.

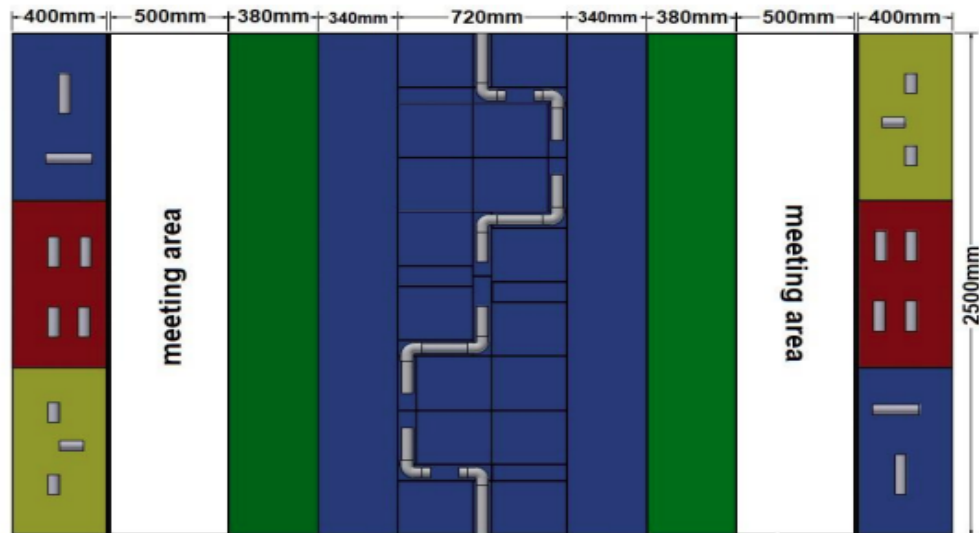


Figura 1. Vista general del escenario para localización de zonas

El objetivo es localizar los faltantes en la tubería, tomar el repuesto y colocarlo en la posición correcta en la tubería. El tiempo máximo para finalizar esta actividad es de 10 min. Cada tubo colocado de forma correcta en la tubería otorga al equipo puntos a favor, cada tubo perdido resta puntos al equipo. El robot o robots construidos deben ser totalmente autónomos y estos pueden ser construidos únicamente con kits estándar, cómo lo son los kits de LEGO Mindstorm.

En el escenario se evidencia el problema al que los equipos deben enfrentarse, los cuales son:

- Movilidad en el escenario, el robot debe ser capaz de reconocer las áreas y evitar caerse, debido a que el escenario se encontrará elevado del suelo, además de que debe ser capaz de subir y bajar por una pendiente.
- Levantamiento y colocación de tubos, el robot debe lograr tomar los tubos y lograr colocarlo en la zona de la tubería de forma adecuada.
- Si se trabaja con dos robots, tener muy claro cada actividad de ambos y llevar una buena comunicación, evitando que alguno de ellos se quede por más de 10 segundos sin movimiento.

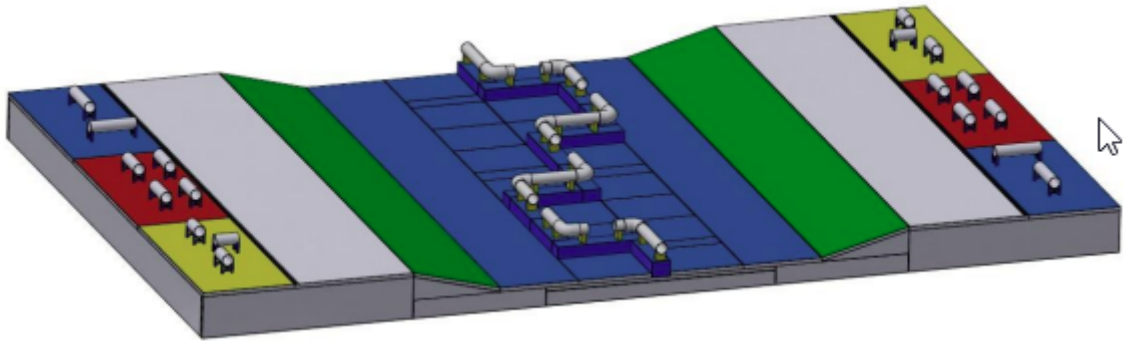


Figura 2. Escenario propuesto para la reparación de tuberías

Propuesta de solución

El equipo participante consideró lo siguiente para resolver el problema:

La idea principal es construir dos robots, de los cuales el robot de arriba (de ahora en adelante llamaremos elefante) se encargará de la localización de los tubos necesarios para completar la tubería. Mientras que el robot de abajo (de ahora en adelante llamaremos mamut) se encargará de encontrar los espacios incompletos y los completará con los tubos correspondientes

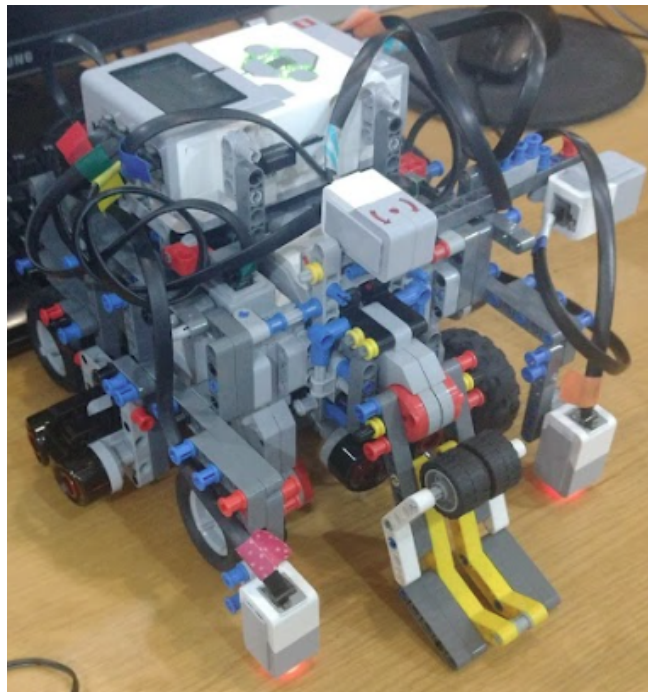


Figura 3. Robot Mammut

Construcción del robot

El robot fue diseñado de forma que sea capaz de alzar los tubos de tal forma que no se roten sobre su propio eje para que estos puedan ser colocados de la misma forma sobre la superficie. A su vez, este tenía que ser capaz de identificar los tubos, orillas del escenario y distintas referencias de este para poderse localizar.

Para lograr identificar la ubicación de los tubos, se requirió utilizar un sensor ultrasónico para detectar distancias, también se utilizó un sensor de color apuntado hacia el suelo para lograr identificar la zona de colores y los límites del escenario, de esa forma el robot logre estar completamente ubicado y poder realizar una estrategia para poder tomar los tubos, sin que estos roten o caigan del propio robot.

El robot mammut tiene colocado otros sensores más distribuidos en su estructura para poder ubicar la zona de la tubería además de los faltantes de tubos, por lo que para este robot se colocaron dos sensores ultrasónicos más de manera que, este logra ver la zona de la tubería y el otro elevado a la zona de los tubos para identificar los faltantes. El robot mammut tiene la tarea de notificar al robot elefantito que faltante requiere. Elefantito debe identificar el faltante y colocarlo en la zona de reunión para que mammut suba y tome el tubo para llevarlo a la zona de la tubería.

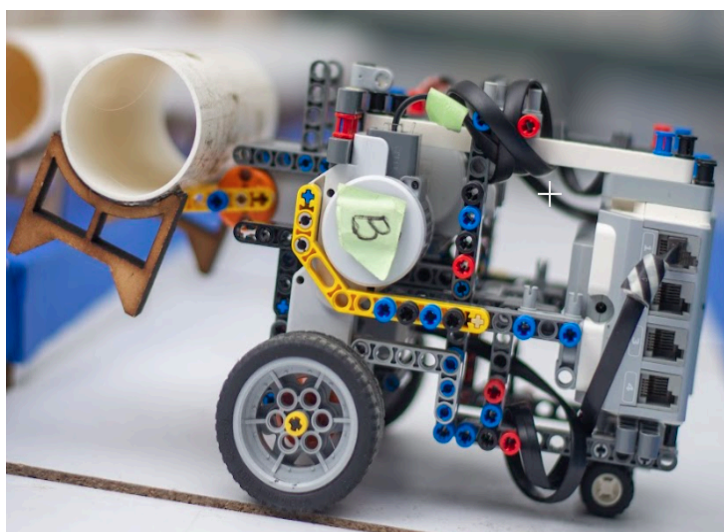


Figura 4. Robot Elefantito

Programación de la solución

Una vez contruidos los mecanismos se planteó la programación de elefantito y de mammut. Para ambos robots se consideran los siguientes requerimientos:

- La programación se llevó a cabo en micropython, especializada para robots LEGO EV3.

- Al inicio del programa debe siempre llevar la importación de librerías necesarias para el funcionamiento del robot.
- Se deben tener declarados y configurados, por medio de variables, todos los componentes del robot, es decir, motores y sensores.
- Definir todos los métodos y funciones para la realización de la ubicación de los robots.
- Cada robot deberá contener su función específica para ubicarse en sus zonas, Mammut en la zona azul, considerada la zona Agua, y elefantito en la zona de repuestos.
- El robot elefantito contendrá una función que le permitirá tener un registro de tubos, debido a que cada color de la zona, hace referencia a un tamaño de tubo considerado como repuesto.
- Se definirá un método encargado de buscar los tubos que se le soliciten al elefantito (en caso de no recibir esta petición se tomará uno al azar).
- El robot elefantito tendrá una función con una ubicación específica dentro del escenario para dejar el tubo de repuesto y el robot mammut pueda tomarlo y bajarlo a la zona de agua.
- Una vez colocado el tubo en la zona correcta deberá existir una función para posicionar al robot dentro del escenario nuevamente. Posición de reinicio para elefantito y para mammut.

La secuencia de acciones para el robot elefantito es la siguiente:

- Inicio de función principal, activación por medio del botón de inicio.
- Se manda a llamar la función de ubicación, para reconocer en qué sección de la zona blanca se encuentra el robot.
- Se comienza un ciclo repetitivo, del cual se saldrá cuando se termine el tiempo límite de la ronda o hasta que se force a detener, en él se realiza lo siguiente:
 1. Se manda a llamar a la función para buscar los tubos
 2. se manda a llamar a la función encargada de tomar el tubo y llevarla al área designada
 3. se manda a llamar a la función encargada de reposicionar a elefantito

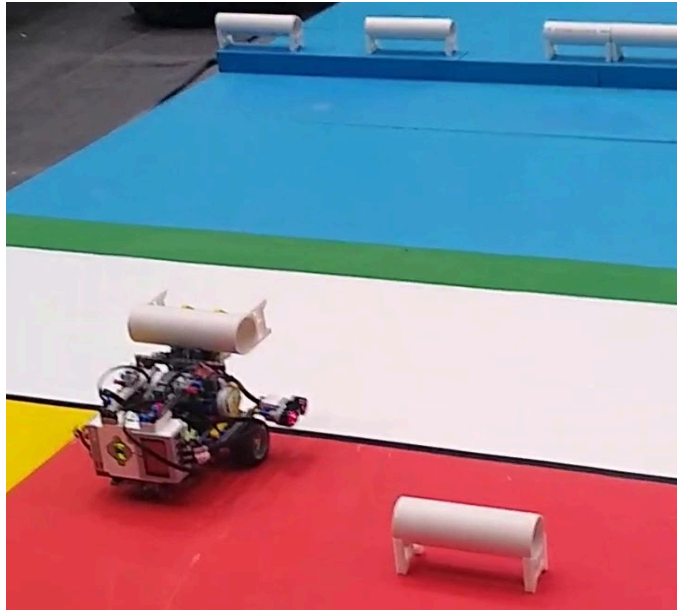


Figura 5. Robot elefantito, tomando un tubo para colocarlo en la zona blanca.

La secuencia de acciones para el robot mammut es la siguiente:

- Inicio de función principal, activada con el botón de inicio.
- Se manda a llamar su función de ubicación con prioridad de tomar rampa para bajar a zona agua, una vez abajo comienza ubicación general en zona agua.
- Se comienza un ciclo repetitivo para comenzar a registrar faltantes en la tubería y así lograr realizar petición al robot elefantito.
- Una vez localizado algún faltante en la tubería se envía petición y se espera respuesta para subir a zona blanca a tomar repuesto.
- Se activa función para ir por repuesto y posicionar en zona del faltante.
- Una vez colocado el tubo se envía petición para el siguiente faltante, se manda a llamar a reubicación y vuelve a realizar la secuencia hasta ya no encontrar faltantes.

Puesta en marcha

La prueba final se llevó a cabo durante el TMR 2023 en donde mamut presentó varias fallas técnicas, por lo cual, elefantito fue el único representante de los dos, sin embargo la participación de éste fue de las mejores de la competencia, sin embargo, también presentó un par de fallas en el código en la última ronda, lo cual llevó a un desempate en una carrera de robot, la cual elefantito ganó.

Una de las principales fallas presentadas en el robot mammut fueron las dimensiones debido a que en competencia por acuerdo de jueces y equipos, se consideró que el tamaño final de los robots era con piezas extendidas, lo cual dicho robot sobrepasaba esas dimensiones. Se intentó rediseñar el modelo para lograr las dimensiones especificadas, sin embargo, el tiempo destinado a ese cambio fue insuficiente, por lo que el equipo acordó utilizar sólo al robot elefantito para resolver todo el problema. Además de que se presentaron algunas fallas en el sistema instalados en las SDs de los robots.

Comentado lo anterior el equipo puso todo el empeño y esfuerzo en adaptar al robot elefantito para la solución al problema, también existieron algunos inconvenientes con el escenario, lo que obligó a todos los equipos realizar adaptaciones a sus robots propuestos.

La competencia se torno a una destreza para adaptar los modelos a las nuevas condiciones impuestas por los encargados de categoría y por el escenario. Los equipos fueron avanzando y mejorando sus modelos conforme fueron avanzando las participaciones en competencia. Todos los equipos estuvieron al mismo nivel.



Figura 6. Equipo en día de pruebas y modificación de robots.

Pruebas y áreas de oportunidad

Las pruebas esenciales que permitieron al equipo ir mejorando y avanzando en la competencia fueron principalmente las siguientes:

- Pruebas de ubicación, para evitar que el robot caiga o se pierda en el escenario.

- Pruebas de color, estas realizadas en distintos horarios del día, debido a que la luz reflejada en los escenarios, modifican los resultados obtenidos por los sensores del robot.
- Pruebas de distancia, debido a que se utilizaron sensores ultrasónicos, el ruido generado en el lugar del evento, afecta también al sensor.
- Pruebas de agarre y colocación de tubo, para evitar tener pérdidas del mismo.

Durante la competencia, el primer día es destinado a pruebas y calibraciones, este día fue utilizado principalmente para realizar adaptaciones al robot, además de que también fue destinado para la colocación de los escenarios utilizados. Una vez que los escenarios estuvieron listos, los equipos lograron comenzar con las pruebas ya en campo.

Para el segundo día, se organizaron las participaciones por grupos de 4 equipos, generando varias rondas para una eliminatoria de equipos. En este día el equipo sólo logró que el robot elefantito, consiguiera realizar sus tareas principales, tomando en cuenta el agarre de un repuesto de forma aleatoria. Realizar esta actividad de forma exitosa, hizo posicionar al equipo a las finales, las cuales se llevaron a cabo el tercer día.

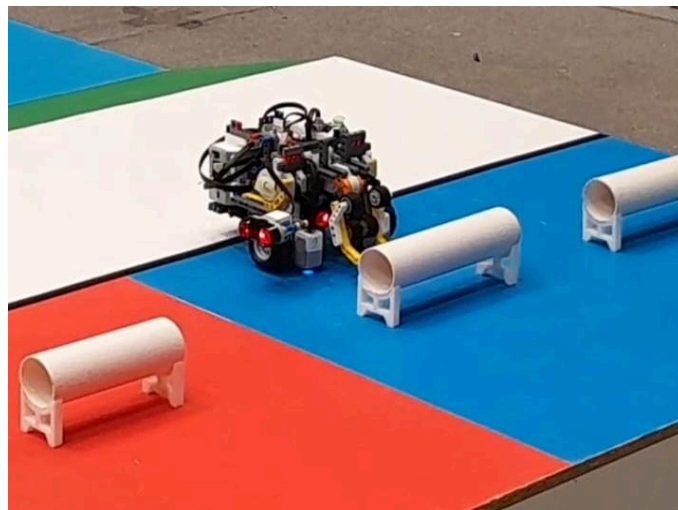


Figura 7. Robot elefantito ubicando repuesto

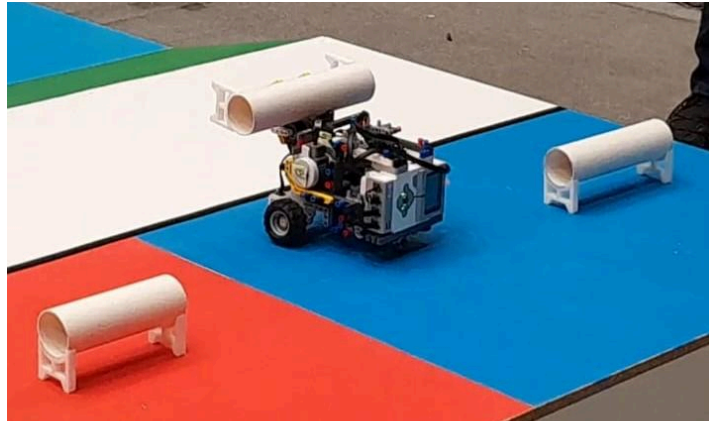


Figura 8. Robot elefantito retirando repuesto de la zona de colores

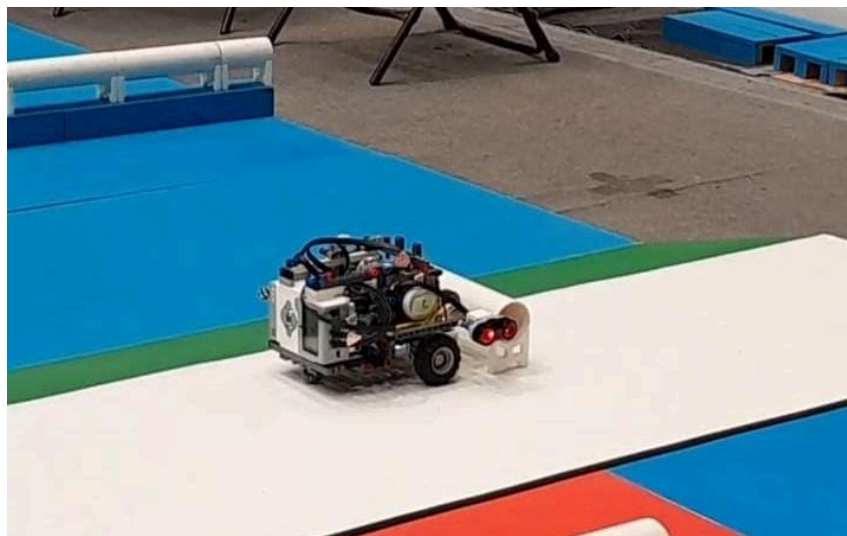


Figura 9. Robot elefantito colocando repuesto en zona blanca

Para el tercer día, se implementó en el robot elefantito, el hacer bajarlo a la zona agua para dejar el repuesto en esa zona, sin embargo, el tiempo, generó una falla en el sistema por lo que el robot no logró realizar su tarea principal, mismo problema lo presentó el otro equipo participante, por lo que el equipo que quedó en 1er lugar, si logró realizar su tarea principal. Esta situación puso al equipo LAR y a su contrincante a realizar una prueba de desempate para definir el segundo y tercer lugar.

La prueba de desempate consistió en una carrera entre robots, el objetivo fue ir y regresar a la zona de salida en el menor tiempo posible. Se tuvo que realizar cambios en el modelo a última hora para aligerar al robot, y pudiera ser más veloz. En esta prueba el robot del equipo al ser programado con python, su ejecución de arranque fue más lenta, por lo que al momento de indicar el inicio de la carrera, el robot del equipo tardó en salir, sin embargo fue muy veloz, logró recuperar campo

perdido y logró ganar la carrera. Se realizaron 2 de 3 carreras, en la que el robot elefantito, consiguió la victoria, otorgando al equipo el 2do lugar.

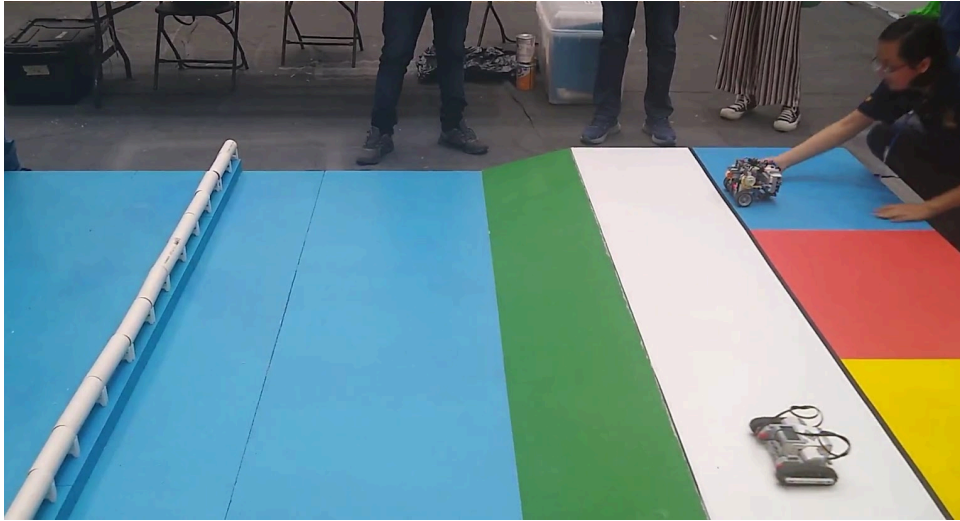


Figura 10. Inicio de la carrera de robots, ronda de desempate

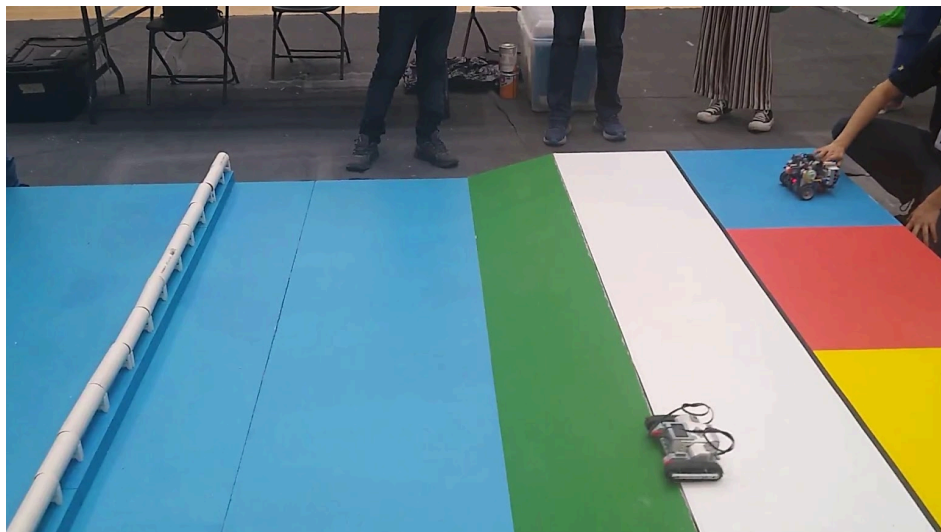


Figura 11. Finalizando carrera, ganador equipo LAR.

Es importante destacar que este tipo de competencia forma distintas capacidades en los alumnos, además de que les muestra distintas áreas de oportunidad en las que pudieron estar mejorando, algunas destacables son:

- Comunicación en equipo, poder expresar las ideas a sus compañeros pudiera ser un área en la que deben trabajar, y más aún cuando el equipo está conformado con alumnos en distinto nivel de conocimiento.
- Trabajo bajo presión y adaptabilidad, el nerviosismo y el estrés en competencia juega un papel muy importante para el desarrollo de los cambios que se den los robots durante toda la competencia.

- Predecir condiciones en los robots y la forma en la que se explota su uso, esto debido a que el clima, la zona en la que se llevó a cabo la competencia y el uso dado a los robots, provocó fallas en las tarjetas de memoria que contenían el sistema operativo de los robots. El equipo deberá ir preparado para todo tipo de situaciones.



Figura 12. Premiación: 2do Lugar en categoría LARC-SEK

Conclusiones

Después de la participación se logró obtener un 2do Lugar, en donde se localizaron las siguientes posibles mejoras para este problema propuesto:

- Se debe cerciorar de que los robots estén en condiciones óptimas para participar en la competencia constantemente y se debe evitar realizar cambios de último momento.
- Sería conveniente que se contará con sensores infrarrojos para los robots, ya que este resultó ser muy útil para los demás participantes al momento de reconocer los tubos y otros objetos.



Figura 13. Equipo LAR, participante en el TMR 2023

Bibliografía

- *ev3devices - EV3 Devices – ev3-micropython 2.0.0 Documentation*. Recuperado el 20 de diciembre del 2022 <https://pybricks.com/ev3-micropython/ev3devices.htm>
- *Pybricks Documentation – pybricks v3.3.0 documentation*. Recuperado el 10 de enero del 2023 <https://docs.pybricks.com/en/latest/>
- Página oficial TMR2023, Decimocuarto Torneo Mexicano de Robótica, 2023. Federación Mexicana de Robótica. Recuperado 20 de abril del 2023 <https://femexrobotica.org/tmr2023/>