



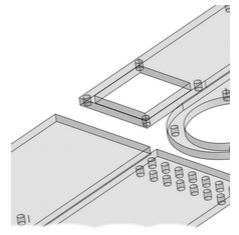
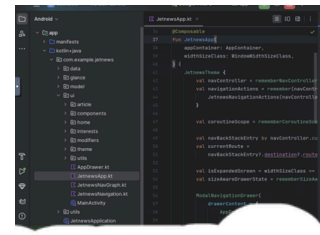
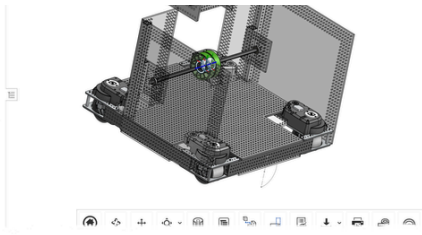
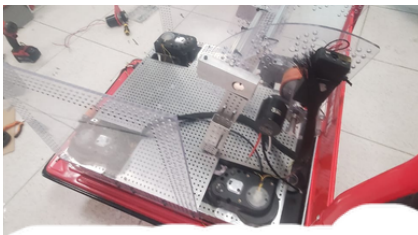
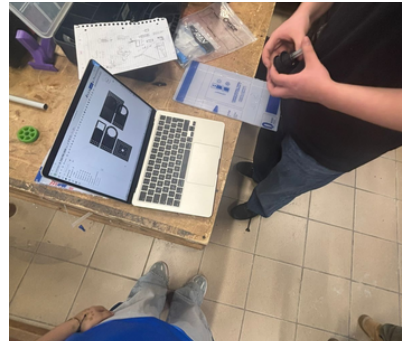
ENGINEERING PORTFOLIO 2026

FRC MÉXICO | 2025-2026

REBUILT

PRESENTED BY **HMA5**
Gracie Hanes Foundation

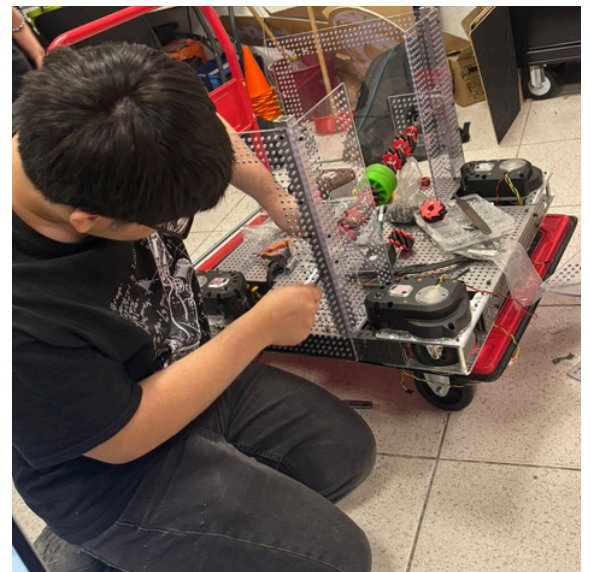
1. MECÁNICA
2. ELECTRÓNICA
3. MODELO CAD
4. PROGRAMACIÓN



FILOSOFÍA Y OBJETIVOS MECÁNICOS

OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal fue **diseñar un robot sencillo, consistente y confiable, capaz de ejecutar las tareas básicas del juego de manera eficiente**. En lugar de priorizar complejidad mecánica desde el inicio, se optó por una **estrategia de diseño incremental**: el asegurar el funcionamiento estable de los sistemas fundamentales y posteriormente optimizarlos y expandir sus capacidades.



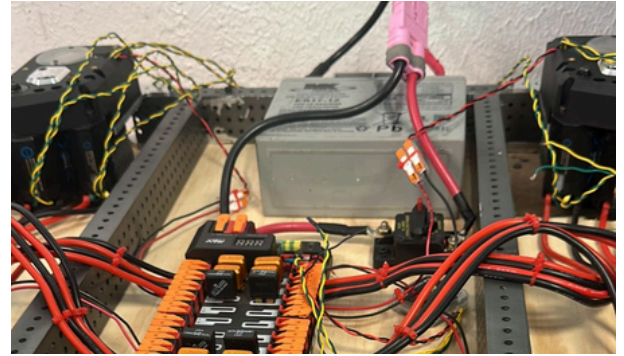
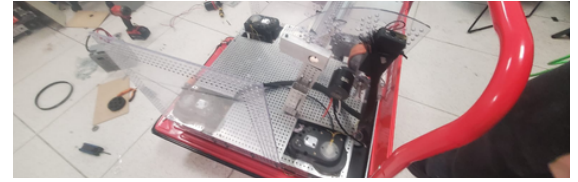
Este enfoque permitió reducir riesgos mecánicos, mejorar tiempos de desarrollo y facilitar la iteración durante la temporada.

MECÁNICA



REQUISITOS DEL SISTEMA

Para cumplir con los objetivos estratégicos del equipo, se establecieron algunos **requisitos mecánicos**. Haciendo que cada subsistema fuera diseñado **priorizando una simplicidad estructural y facilidad de integración con el chasis principal**.



REQUISITOS MECÁNICOS:

- Un intake articulado, capaz de subir y bajar de forma controlada.
- Un indexer simple y funcional, enfocado en confiabilidad y reducción de atascos.
- Integración eficiente del sistema Swerve MK5, aprovechando su maniobrabilidad y precisión de movimiento.

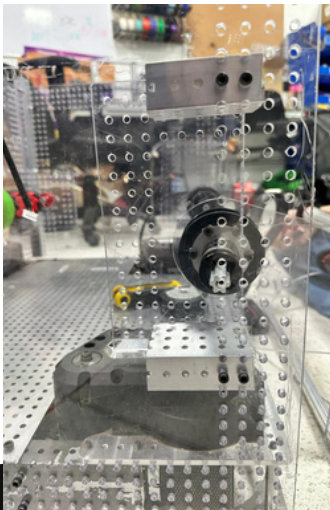


RESTRICCIONES DE DISEÑO

El desarrollo del robot estuvo **condicionado por múltiples factores técnicos y estratégicos** donde estas limitaciones **influyeron directamente en la selección de materiales**, complejidad estructural y nivel de personalización de componentes.

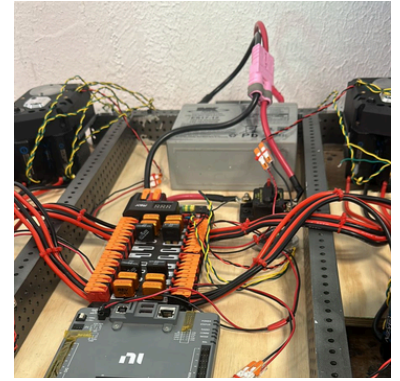
FACTORES TÉCNICOS Y ESTRATÉGICOS:

- **Restricción dimensional:** Altura objetivo de 50 cm, con un máximo permitido de 55 cm.
- **Distribución de peso:** Se buscó una estructura balanceada para mantener estabilidad dinámica y optimizar el rendimiento del sistema swerve.
- **Presupuesto limitado:** La adquisición del sistema Swerve MK5 representó una inversión significativa, lo que obligó a optimizar recursos en el resto de los mecanismos.

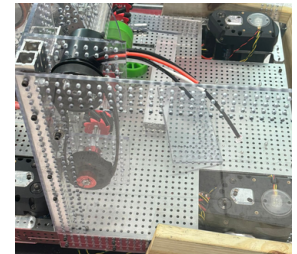
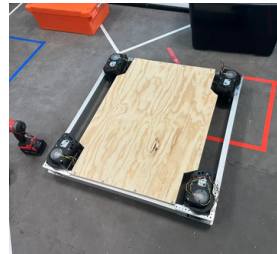
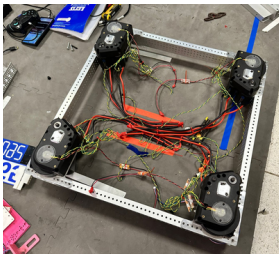


ENFOQUE DE DISEÑO MECÁNICO

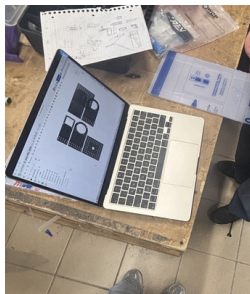
El robot fue diseñado bajo el **principio de accesibilidad y un mantenimiento eficiente** donde **principalmente priorizamos un acceso rápido a la electrónica, una sustitución sencilla de componentes mecánicos, una estructura modular, y una minimización de desmontajes para reparaciones.**



Esto con el objetivo de **reducción de tiempos muertos en competencia** poder facilitar ajustes rápidos entre matches.

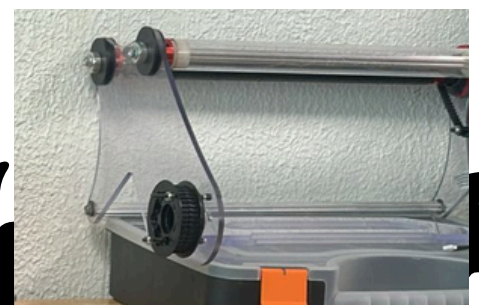
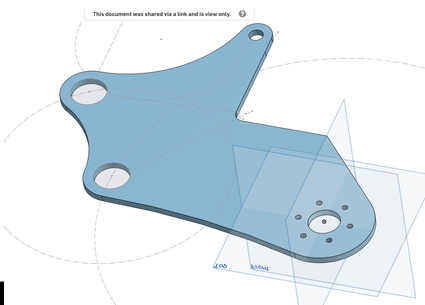


PIEZAS CNC



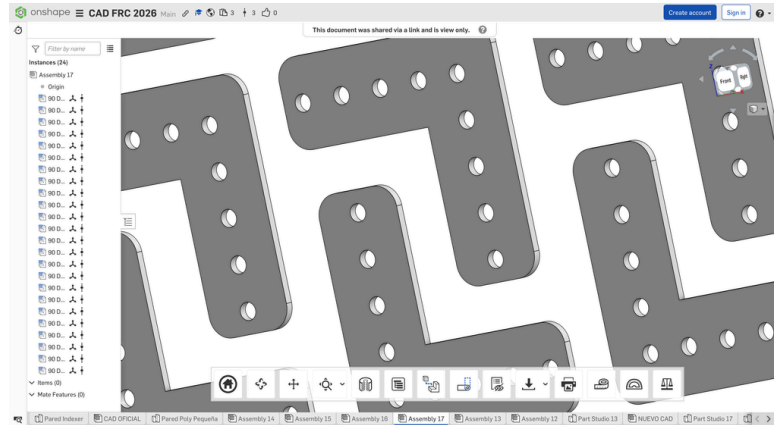
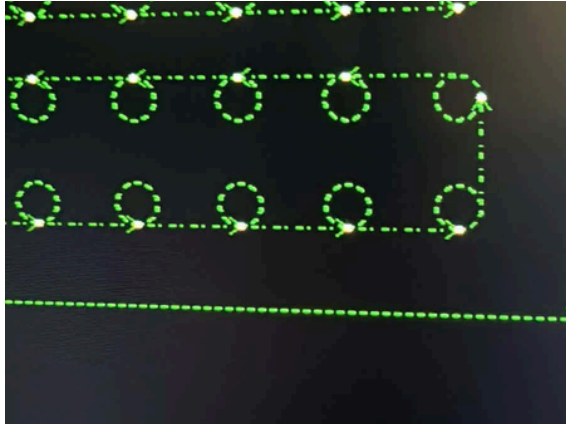
Todas las piezas estructurales del robot fueron diseñadas en **Onshape**, lo que **permitted modelar cada componente con precisión antes de su fabricación.** Posteriormente, las piezas fueron manufacturadas mediante CNC utilizando aluminio y policarbonato.

Para garantizar rigidez estructural y durabilidad durante competencia, la mayoría de **las placas fueron diseñadas con un grosor de 6 mm.** Este espesor **proporciona un buen balance entre resistencia mecánica y peso,** permitiendo que el robot mantenga una estructura sólida sin aumentar demasiado la masa total.



PLACAS PERFORADAS ESTÁNDAR

El diseño de las placas incluye patrones de perforaciones distribuidos estratégicamente, lo que permite una alta versatilidad en el montaje de diferentes mecanismos.



ESTE ENFOQUE FACILITA A:

- La instalación de nuevos componentes.
- Ajustes rápidos en la posición de mecanismos.
- La integración de futuras mejoras sin necesidad de rediseñar completamente la estructura.

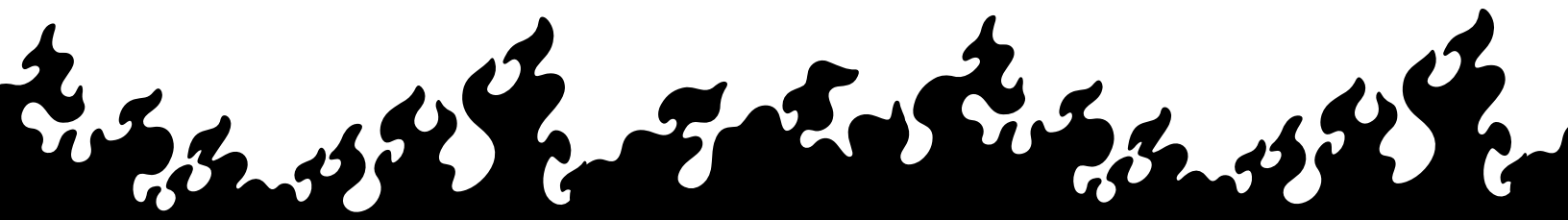


Gracias a este sistema modular **el robot puede adaptarse rápidamente** a cambios de diseño durante la temporada.

REDUCCIÓN DE PIEZAS PERSONALIZADAS

Para **simplificar el proceso de manufactura y reducir el número de piezas personalizadas**, se priorizó el uso de componentes estándar y sistemas de reducción mecánica.

Estas reducciones **permiten controlar de manera eficiente** el movimiento del **intake**, proporcionando el torque necesario para subirlo y bajarlo de forma estable. Al utilizar este tipo de soluciones, se logró disminuir la complejidad del sistema y facilitar su mantenimiento.



USO EFICIENTE DEL MATERIAL

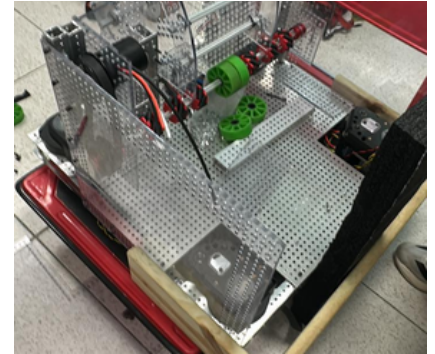
Durante el proceso de diseño se buscó optimizar el uso de materiales para reducir desperdicio y mejorar la eficiencia de fabricación.

Como por ejemplo, las piezas de policarbonato fueron organizadas cuidadosamente en los archivos de corte para aprovechar al máximo cada lámina de material.

Esto permitió:

- Reducir errores durante el corte.
- Minimizar desperdicio de material.
- Mantener consistencia en la fabricación de las piezas.

Este enfoque contribuyó a un proceso de manufactura más eficiente y confiable.



DISTRIBUCIÓN DE PESO Y CENTRO DE GRAVEDAD



DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES:

Durante el diseño del robot **buscamos una distribución estratégica** de los componentes para optimizar el espacio interno y mejorar el rendimiento general del sistema.

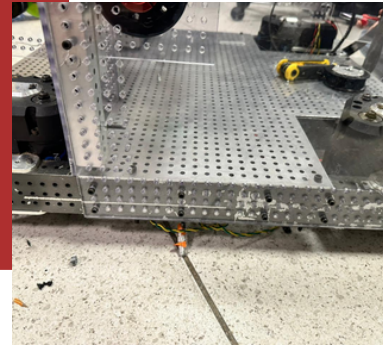
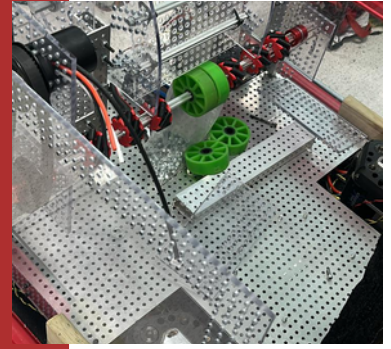
Los **motores principales se colocaron en las zonas superiores del robot**, lo que permitió mantener la parte inferior del chasis libre para el paso y almacenamiento de los fuels dentro del sistema de indexado.

Esta decisión facilitó el flujo interno de las piezas del juego y evitó interferencias con los mecanismos de manipulación.

CENTRO DE GRAVEDAD

El diseño fue considerando cuidadosamente la **ubicación de los mecanismos principales para mantener un centro de gravedad** equilibrado.

Se buscó **balancear el peso** entre el sistema de shooter y el intake, haciendo una distribución más uniforme dentro del robot. Esto ayudó a mantener la estabilidad durante el movimiento y permite que **el sistema de swerve funcione de manera más eficiente** al mantener una carga similar en cada módulo.



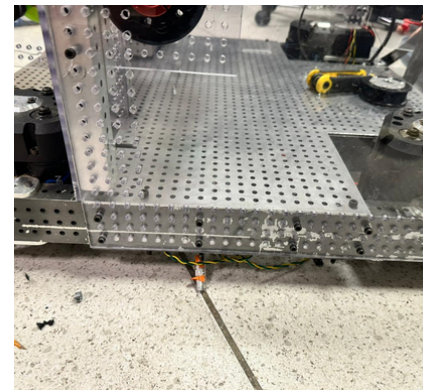
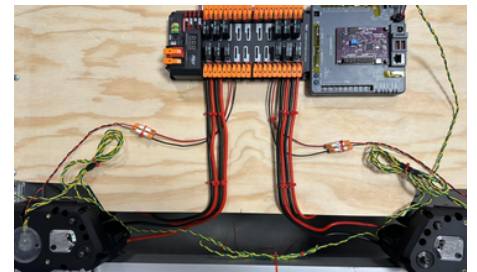
Una distribución adecuada del peso contribuye a mejorar:

- La estabilidad del robot.
- El control durante movimientos rápidos.
- La eficiencia de tracción en los módulos de swerve.

SELECCIÓN DE MATERIALES

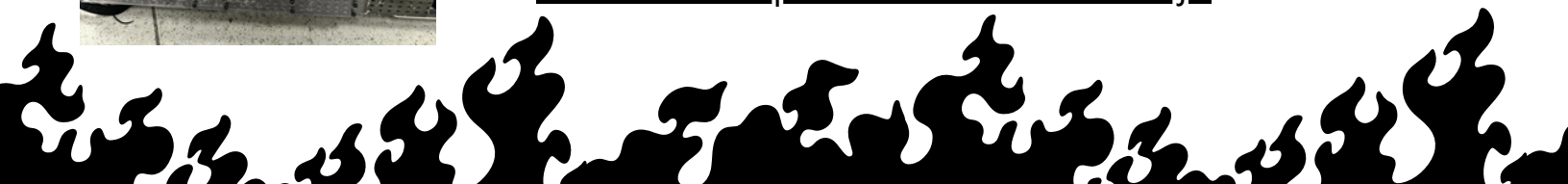
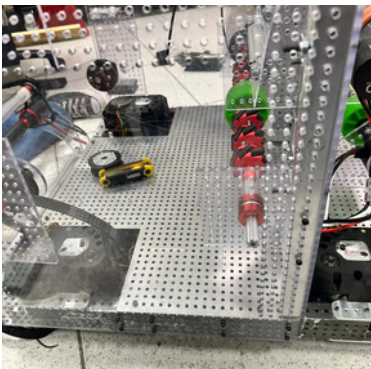
ALUMINIO

Este material fue **principalmente usado para las estructuras del robot**, incluyendo perfiles estructurales, y de esta manera fue seleccionado por su buena relación entre resistencia mecánica, peso y facilidad de manufactura, lo que lo hace ideal.



POLICARBONATO

Este material **fue utilizado en diferentes paredes del robot** como en la estructura del shooter, ya que ofrece una alta resistencia a impactos y cierta flexibilidad, lo que ayuda a absorber fuerzas sin fracturarse, además de mantener un peso relativamente bajo.



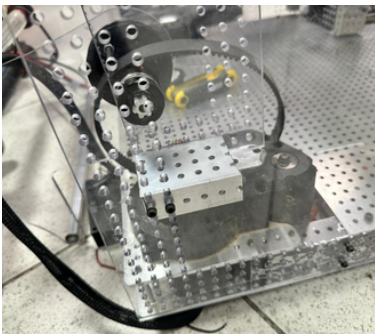
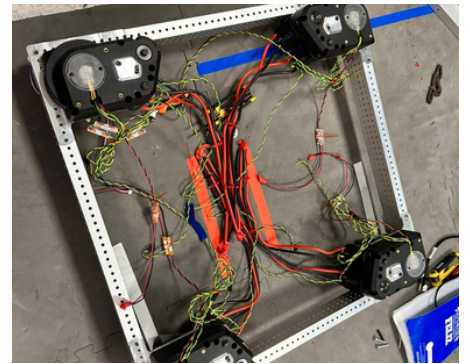
PETG

Las piezas impresas en 3D, como las poleas de 20 dientes, fueron fabricadas en PETG. Este material fue elegido por su mayor resistencia y durabilidad en comparación con otros plásticos comunes de impresión 3D, permitiendo que las piezas puedan soportar cargas mecánicas moderadas dentro del sistema de transmisión.

ELECTRÓNICA

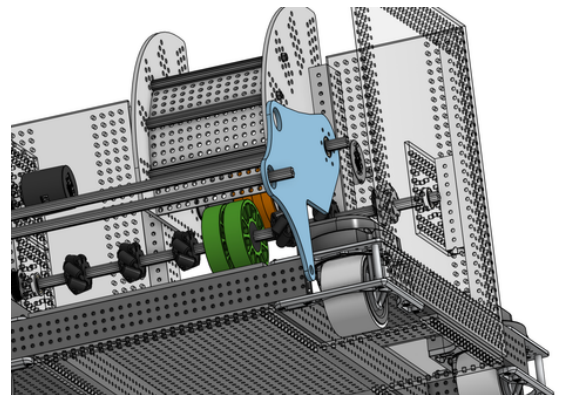
ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El sistema electrónico del robot fue diseñado para proporcionar distribución de energía confiable, control preciso de motores y comunicación estable entre los distintos subsistemas.



Los componentes electrónicos fueron organizados sobre un panel dedicado dentro del robot para mantener el cableado ordenado y permitir un acceso rápido durante mantenimiento y de esta manera también facilita la inspección y diagnóstico de fallas durante competencia.

El sistema electrónico funciona como el centro de control del robot, conectando sensores, controladores de motor y sistemas de comunicación.



ORGANIZACIÓN DEL CABLEADO

Para **mantener un sistema eléctrico confiable**, el cableado fue organizado siguiendo varios principios:

- **Separación entre cables de potencia y señal**
- **Uso de rutas de cableado claras**
- **Fijación segura mediante soportes y abrazaderas**
- **Longitudes de cable optimizadas**



Esto **ayuda a prevenir desconexiones**, interferencias eléctricas y daños en los cables durante el movimiento del robot.

ACCESO Y MANTENIMIENTO

La **electrónica** fue diseñado para ser fácilmente **accesible** durante competencia.

Gracias a esta organización se **permite realizar diagnósticos y reparaciones de manera eficiente** entre partidos.

Los **componentes principales**, como la **batería**, el **switch principal** y los **controladores de motor**, se encuentran posicionados de forma que puedan revisarse o reemplazarse rápidamente.

SEGURIDAD DEL SISTEMA

Se implementaron varias medidas. Estas prácticas **ayudan a mantener el sistema confiable y reducir el riesgo electrónico del robot**: **de fallas durante competencia**.

- **Uso de fusibles en cada circuito de potencia**
- **Aseguramiento adecuado de la batería**
- **Protección del cableado contra movimiento o fricción**
- **Montaje firme de todos los controladores electrónicos**

MODELO CAD



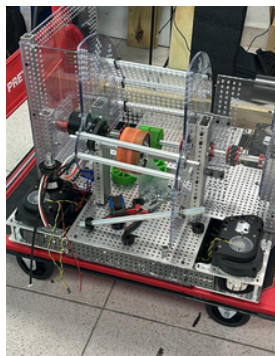
DESARROLLO DEL MODELO CAD

El robot fue diseñado utilizando **Onshape**, la cual es una plataforma de modelado en CAD guardado directamente en la nube que permite colaboración en tiempo real entre los miembros del **equipo**.



onshape

El **uso de CAD** fue fundamental para planear la estructura del robot antes de la **fabricación**, permitiendo visualizar el ensamblaje completo, verificar dimensiones y asegurar que todos los mecanismos funcionaran correctamente dentro del espacio disponible.



Gracias al previo **modelado digital** se pudieron identificar **posibles problemas de diseño antes de fabricar** las piezas físicas, eso genero una reducción de desechos o problemas con los materiales.

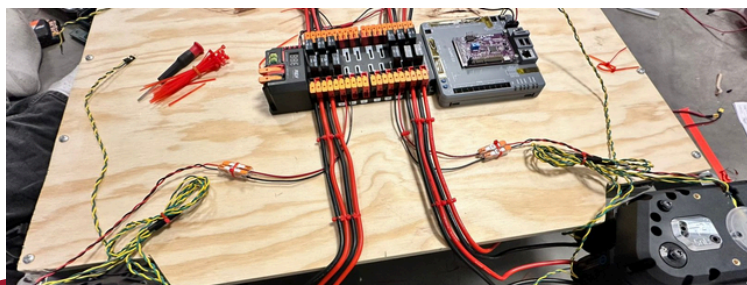


DISEÑO PARAMÉTRICO

El robot fue **desarrollado utilizando modelado paramétrico**, lo que significa que muchas dimensiones críticas del diseño pueden modificarse sin necesidad de reconstruir completamente el modelo.

Y esto genero que:

- Ajustar rápidamente medidas de piezas.
- Adaptar mecanismos durante el proceso de iteración.
- Mantener consistencia entre diferentes componentes del robot.
- Esto logro facilitar la evolución del diseño a lo largo de la temporada.



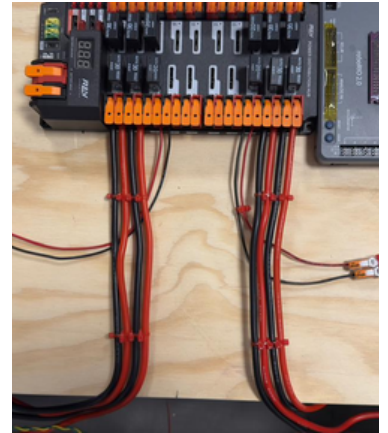
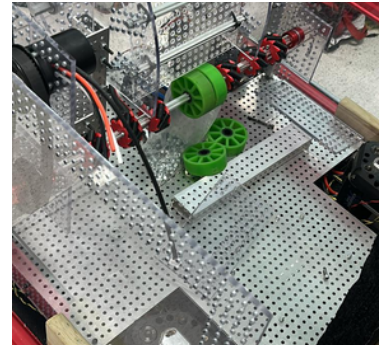
ORGANIZACIÓN DEL ENSAMBLE

Para mantener el modelo CAD organizado, el robot **fue dividido en varios subensambles**, lo que permite trabajar en diferentes sistemas del robot de forma independiente.

La estructura facilita la navegación dentro del modelo y permite realizar modificaciones sin afectar otras partes del robot.

Subensambles principales:

- Chasis
- Intake
- Sistema de indexado
- Shooter
- Electrónica

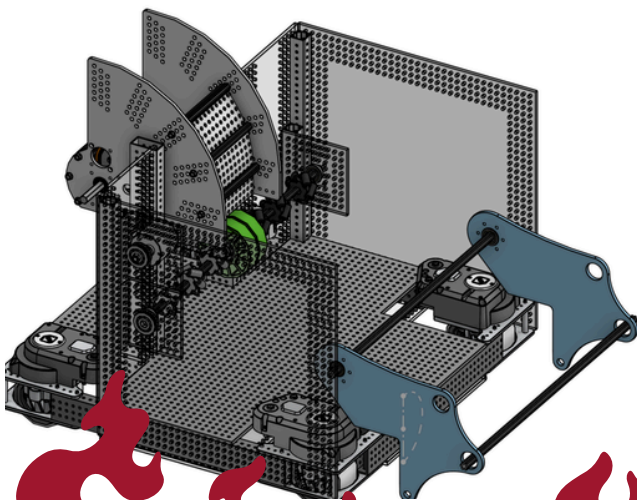


VALIDACIÓN DEL DISEÑO

El modelo CAD también **fue utilizado para verificar la compatibilidad** entre componentes antes de la fabricación.

Durante el proceso de diseño se revisaron diferentes aspectos como:

- Interferencias entre piezas
- Espacio disponible para mecanismos
- Posición de los módulos de swerve
- Integración de sistemas electrónicos

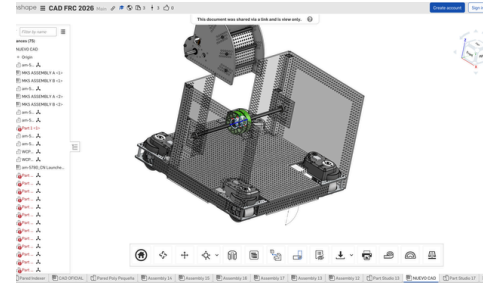


Este proceso **ayudó a reducir errores durante la fabricación** y permitió que el ensamblaje del robot fuera más eficiente.



PREPARACIÓN PARA MANUFACTURA

Una vez finalizado el diseño, las piezas fueron exportadas desde el modelo CAD para su fabricación mediante CNC o impresión 3D.

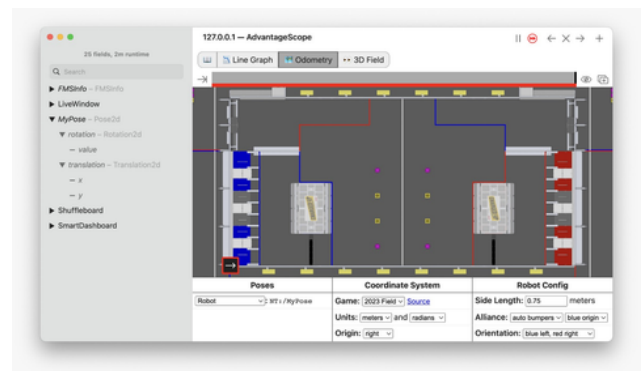


El uso del modelo digital permitió generar archivos precisos para manufactura, asegurando que cada componente fuera fabricado de acuerdo con las especificaciones del diseño.

PROGRAMACIÓN

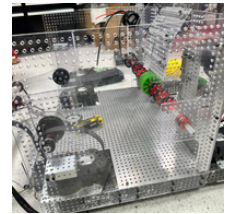
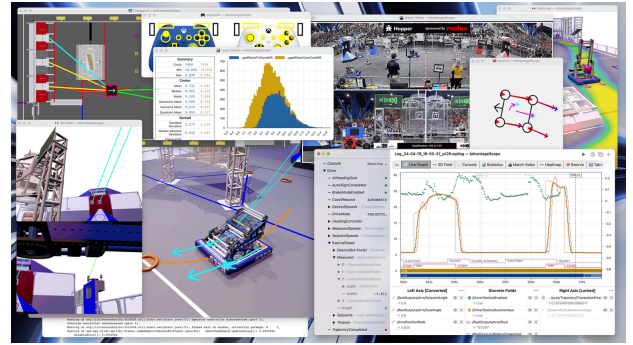
BASE DEL SOFTWARE / PLANTILLA

Para la programación del robot utilizamos **AdvantageKit**, una plantilla desarrollada por el equipo Mechanical Advantage. Esta herramienta nos proporcionó una base sólida para organizar el software del robot de manera más eficiente. Gracias a esta estructura, podemos programar y probar distintas funciones incluso mientras el robot sigue en construcción.



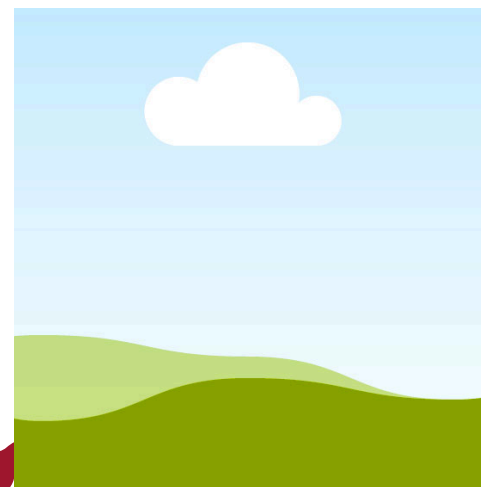
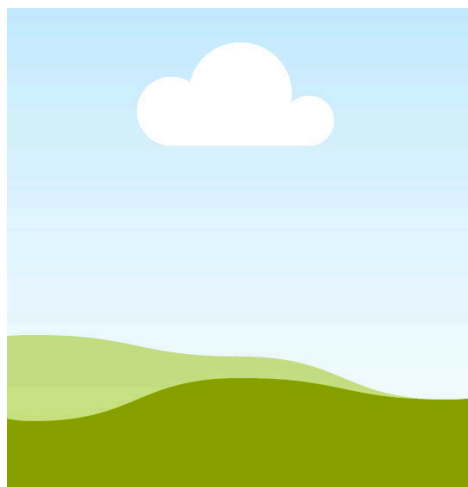
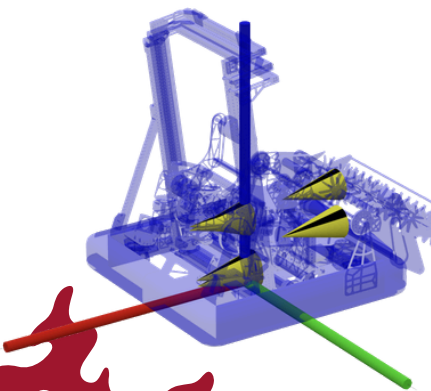
SIMULACIÓN Y PRUEBAS SIN TENER EL ROBOT

Una de las ventajas de esta plantilla es que incluye herramientas como AdvantageScope, la cual nos permite visualizar datos y probar el comportamiento del robot sin necesidad de tenerlo físicamente disponible. Esto fue especialmente útil durante la etapa de construcción, ya que permitió que el equipo de programación avanzara en paralelo al de ensamblaje.



OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA SWERVE

Además, AdvantageKit incluye optimizaciones para el sistema de manejo swerve. Estas mejoras nos ayudan a que el control del robot sea más preciso, estable y eficiente, permitiendo desplazamientos más fluidos y un mejor rendimiento durante la operación en el campo.

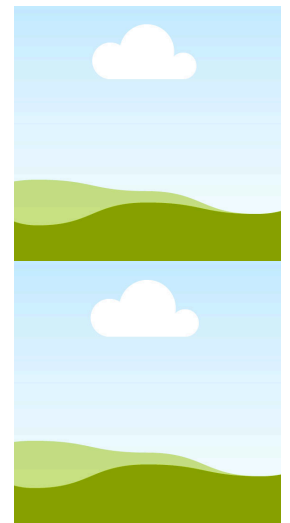
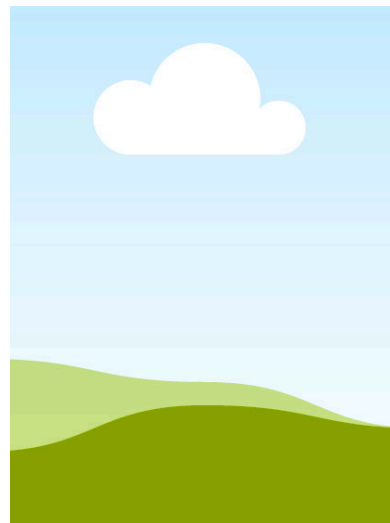


POSICIONAMIENTO DEL ROBOT: **ODOMETRÍA 2D Y LIMELIGHT**

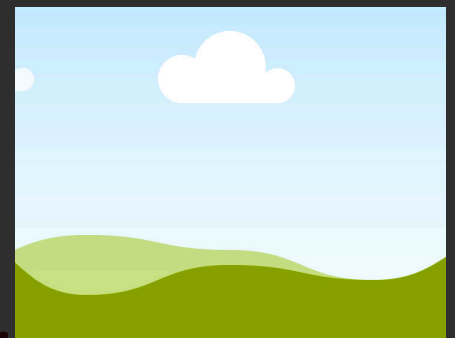
Para conocer la posición del robot en todo momento utilizamos odometría 2D en conjunto con una cámara Limelight. Esta combinación nos permite obtener la ubicación del robot en tiempo real dentro del campo.



Además, la Limelight ayuda a recalibrar la posición cuando el robot recibe impactos o movimientos bruscos que puedan provocar desajustes en la odometría, mejorando así la precisión del sistema de localización.

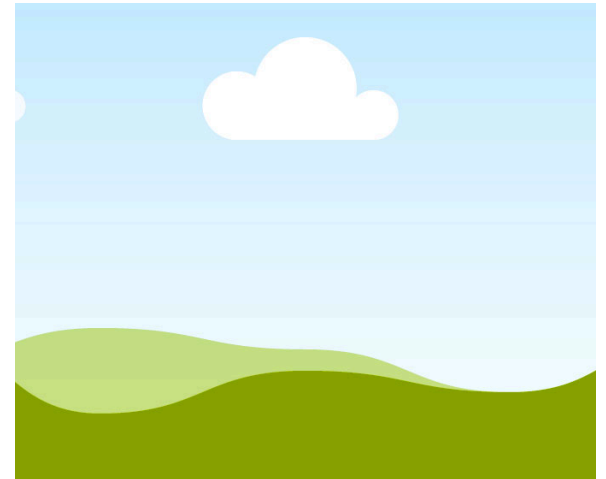
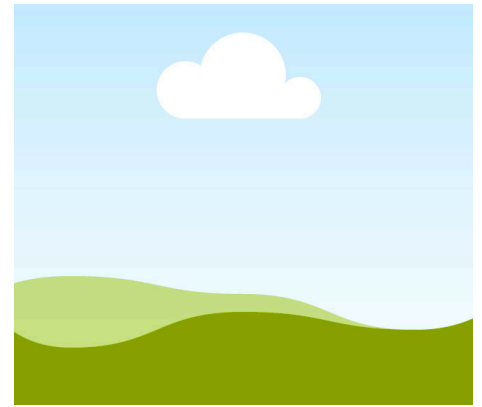


Usamos esa información para las pruebas en la simulación de advance-scope, obteniendo diferentes informaciones de mecanismos y la posición del robot.



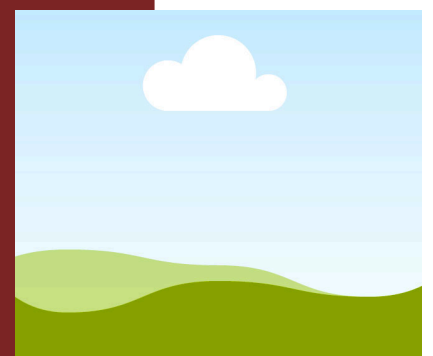
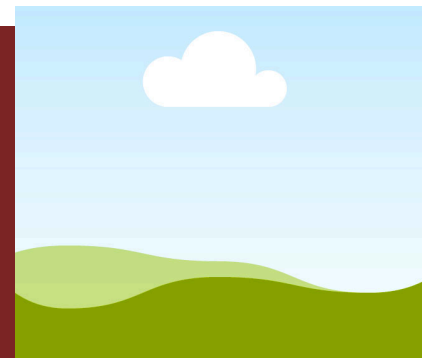
ARQUITECTURA DEL ROBOT

En el desarrollo del sistema eléctrico del robot, se implementó una arquitectura de comunicación basada en el protocolo CAN (Controller Area Network), optimizada mediante el uso de nodos multican en colaboración con el equipo Vitronic. Esta solución tiene como objetivo mejorar la confiabilidad, mantenibilidad y organización del cableado electrónico.



CONFIGURACIÓN DE LA RED

La configuración consiste en la integración de dos nodos multican conectados entre la roboRIO y el Power Distribution Hub (PDH), permitiendo la segmentación de la red CAN en múltiples mallas independientes. Cada una de estas mallas está diseñada bajo una topología lineal (daisy-chain), en la cual se distribuyen los distintos dispositivos del sistema, principalmente controladores de motores.



SEGMENTATION AND REDUNDANCY

Esta segmentación introduce un esquema de redundancia parcial, donde cada malla funciona como una ruta independiente de comunicación.

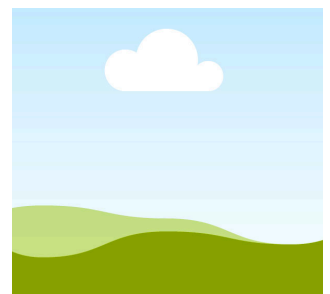
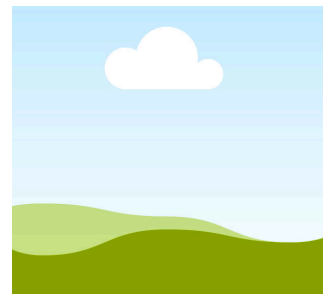
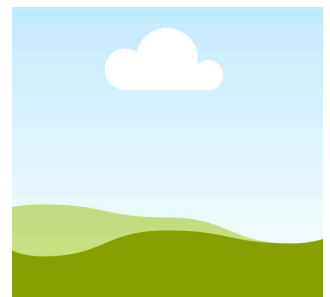


En caso de que una de las mallas sufra una interrupción (por ejemplo, una desconexión o daño en el cableado), las demás continúan operando de manera normal. Esto proporciona una “segunda vida” al sistema electrónico, evitando la pérdida total de comunicación y permitiendo que el robot mantenga funcionalidad parcial durante la operación.

ADVANTAGES OF THE ARCHITECTURE

Entre las principales ventajas de esta arquitectura destacan:

- **Mayor confiabilidad del sistema, al reducir el impacto de fallas locales en la red CAN.**
- **Optimización del cableado, disminuyendo la longitud total de los conductores y reduciendo la susceptibilidad al ruido eléctrico.**
- **Facilidad de mantenimiento y diagnóstico, al permitir la identificación rápida de fallas dentro de una malla específica.**
- **Modularidad y escalabilidad, facilitando la organización por subsistemas y futuras expansiones.**



TECHNICAL CONSIDERATIONS OF THE CAN STANDARD

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, se consideraron aspectos clave del estándar CAN, como la correcta terminación del bus (resistencias de $120\ \Omega$ en los extremos del sistema) y la evitación de topologías en bucle cerrado, asegurando así la integridad de la señal.

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL FIELD-CENTRIC

In a traditional control system (robot-centric), directions depend on the robot's orientation, which can make handling difficult when it rotates during operation. In contrast, field-centric control maintains a fixed reference with respect to the field, so operator inputs (for example, moving forward, backward, or strafing) remain consistent regardless of the robot's rotation.

This implementation is achieved through the use of orientation sensors (such as a gyroscope or IMU), which allow real-time calculation of the robot's angle and mathematically adjust the control signals to compensate for its rotation.

With the goal of improving the driving experience and the operational efficiency of the robot, a field-centric control system was implemented. This strategy allows the robot's movements to be interpreted relative to the playing field, rather than its internal orientation.

