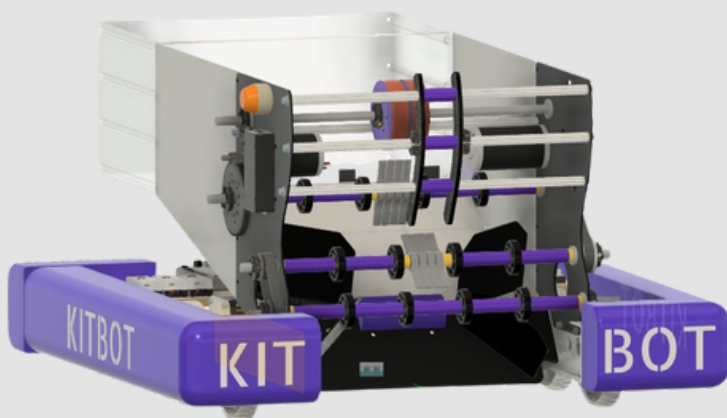




Libro de Ingeniería

2026
SEASON

ARTEMIS

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1: Análisis del juego

- Descripción general del juego
- Distribución del campo
- Sistema de puntuación
- Estructura del partido
- Desafíos del juego

Capítulo 2: Estrategia

- Estrategia de partido
- Objetivos del robot
- Lista de prioridades
- Decisiones estratégicas y compromisos

Capítulo 3: Proceso de ingeniería

- Lluvia de ideas
- Desarrollo de conceptos
- Proceso de toma de decisiones de diseño
- Prototipado
- Pruebas
- Iteraciones y mejoras

Capítulo 4: Arquitectura del robot

- Arquitectura general del robot
- Partes principales del robot
- Decisiones de diseño

Capítulo 5: Subsistemas del robot

- Base de manejo (Drivebase)
- Sistema de recolección (Intake)
- Sistema de transporte / Indexador
- Elevador o brazo
- Efector final
- Sistema de escalada

Capítulo 6: Programación

- Arquitectura del software
- Modo autónomo
- Modo teleoperado
- Sensores
- Localización del robot
- Pruebas y depuración

Capítulo 7: Pruebas y rendimiento

- Procedimientos de prueba
- Resultados y análisis del rendimiento
- Mejoras del robot

Capítulo 8: Lecciones aprendidas

- Principales desafíos
- Aprendizajes de ingeniería
- Mejoras futuras

ANÁLISIS DEL JUEGO

01

01



ANÁLISIS DEL JUEGO

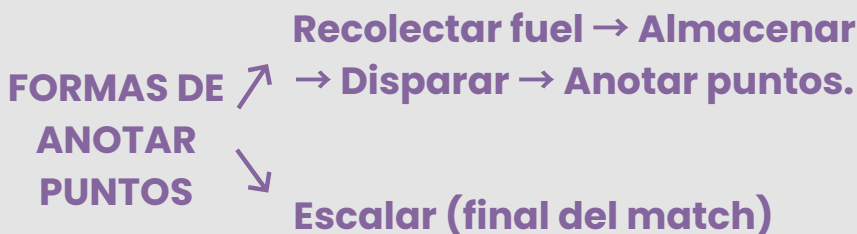
Descripción general del juego

El reto de esta temporada consiste en diseñar y construir un robot capaz de maximizar la obtención de puntos dentro del campo de juego mediante distintas acciones estratégicas.

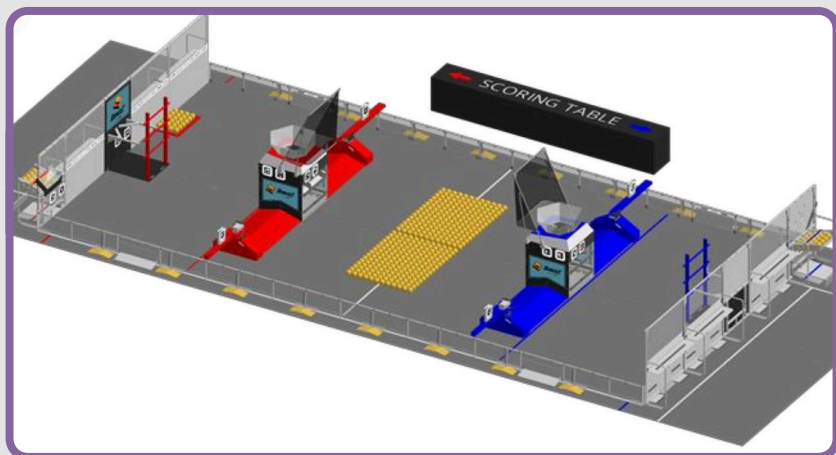
Dentro del juego, identificamos dos formas principales de anotar: el disparo de pelotas (fuel) hacia un objetivo específico y la escalada del robot al final del partido. Cada una de estas acciones tiene un valor distinto; por ello, desde el inicio, decidimos analizar cuál ofrecía un mayor potencial de puntos en relación con el tiempo disponible durante el encuentro.

El juego se divide en distintas fases, incluyendo un periodo autónomo y uno teleoperado, lo que implica que el robot debe ser capaz de ejecutar acciones tanto de forma automática como controlada. A partir de esto, enfocamos nuestro análisis en cómo aprovechar cada etapa del match para maximizar la eficiencia del sistema.

En lugar de diseñar un robot que realizara todas las acciones posibles, el equipo decidió priorizar aquellas que permitieran generar puntos de manera constante a lo largo del partido, lo cual se convirtió en la base de nuestra estrategia.



Distribución del campo



El campo de juego está diseñado para permitir la interacción simultánea de varios robots mientras realizan distintas tareas, lo que crea un entorno dinámico donde el movimiento eficiente es clave.

Durante el análisis del campo, identificamos zonas específicas para la recolección de fuel, así como los objetivos hacia donde deben ser lanzadas las pelotas. Uno de los elementos más relevantes fue el bump: un obstáculo que requiere que el robot tenga la capacidad de desplazarse sin quedarse atorado.

A partir de esto, decidimos utilizar un sistema de transmisión tipo tanque (kitbot), ya que ofrece mayor estabilidad y capacidad para superar este tipo de obstáculos sin comprometer el control. Esta decisión nos permitió enfocarnos en aumentar la capacidad de almacenamiento de pelotas sin el riesgo de perder movilidad en el campo.

Sistema de puntuación

El sistema de puntuación se basa principalmente en el lanzamiento de fuel hacia el objetivo, donde cada acierto suma puntos al equipo.

Identificamos que la velocidad y la consistencia del disparo son factores clave para maximizar el puntaje durante un match.

También analizamos la opción de escalar al final del partido, la cual otorga puntos adicionales. Sin embargo, esta acción requiere dedicar tiempo específico y un mecanismo adicional. A partir de este análisis, decidimos enfocar nuestro diseño en optimizar el sistema de disparo, priorizando la capacidad de anotar puntos de manera continua en lugar de depender únicamente de una acción final.

Estructura del partido

Un partido se divide en diferentes etapas en las que el robot debe ser capaz de ejecutar distintas acciones. Primero se encuentra la fase autónoma, donde el robot opera únicamente con base en su programación. Posteriormente, inicia la fase teleoperada, donde los conductores controlan el robot para moverse dentro del campo, recolectar pelotas y realizar disparos hacia el objetivo. Además, el rendimiento del robot no depende únicamente de sus propias acciones, sino también de la coordinación con los robots aliados, por lo que desde el análisis del juego consideramos la importancia de contribuir de manera constante al puntaje total de la alianza. A partir de esto, decidimos enfocar el diseño del robot en acciones que pudieran ejecutarse de forma continua durante ambas fases del partido.

Desafíos del juego

Uno de los principales desafíos identificados fue lograr un sistema capaz de disparar pelotas de manera rápida y consistente. Durante el análisis, se determinó que una mala alineación del fuel dentro del robot podía provocar atascos o disparos imprecisos, reduciendo significativamente la eficiencia del sistema. Otro reto importante fue la movilidad dentro del campo. El robot debía ser capaz de desplazarse con rapidez y superar obstáculos como el bump sin perder estabilidad. A partir de estos desafíos, el equipo definió tres criterios principales para el diseño del robot:

Velocidad, para recolectar y disparar pelotas en el menor tiempo posible. Capacidad de almacenamiento, para mantener un flujo continuo de fuel. Consistencia en el disparo, para reducir errores y maximizar la cantidad de puntos.

Estos criterios guiaron las decisiones de ingeniería del equipo y se convirtieron en la base para el desarrollo de la estrategia del robot.

“DECIDIMOS DISEÑAR UN ROBOT QUE PUDIERA APORTAR PUNTOS DE FORMA CONTINUA DURANTE TODO EL MATCH.”

**“DESDE EL ANÁLISIS
DEL JUEGO, DECIDIMOS
PRIORIZAR ACCIONES
QUE GENERARAN
PUNTOS DE FORMA
CONSTANTE DURANTE
TODO EL MATCH.”**

ESTRATEGIA

02



ESTRATEGIA

Estrategia de partido

Después de analizar el juego y entender cómo se obtenían los puntos, el equipo tomó la decisión de enfocar el diseño del robot en maximizar la generación de puntos durante todo el partido.

Para ello, comparamos las dos principales estrategias: el disparo de fuel y la escalada.

Estrategia	Puntos estimados	Tiempo requerido/ Nivel	Consistencia	Observaciones
Disparo de fuel	~10 puntos	50 segundos	Alta	Permite generar puntos de forma continua durante todo el match.
Escalada	~10-20-30 puntos	Nivel 1 Nivel 2 Nivel 3	Media	Solo se realiza al final del partido.

“Aunque la escalada otorga puntos, decidimos no implementar este mecanismo, ya que requería dedicar tiempo específico al final del match y recursos de diseño que podían aprovecharse mejor en el sistema de disparo.”

Objetivos del robot

Con base en esta estrategia, definimos los siguientes objetivos de diseño:

- Desarrollar un sistema de admisión capaz de recolectar pelotas de manera rápida y continua sin atascos
- Diseñar un sistema de almacenamiento que permitiera mantener un flujo constante de fuel
- Implementar un sistema de disparo consistente que maximizara la probabilidad de anotar

Estos objetivos guiaron todas las decisiones de ingeniería durante el desarrollo del robot.

Lista de prioridades

Prioridad	Elemento	Justificación
1	Velocidad de disparo	Permite aumentar la cantidad de pelotas lanzadas durante el partido.
2	Consistencia	Reduce errores y evita atascos dentro del robot.
3	Almacenamiento	Permite mantener un flujo continuo de disparo.

Estas prioridades se definieron con base en el análisis del juego y las pruebas iniciales del robot, buscando maximizar la eficiencia durante el match.

Decisiones estratégicas y compromisos

Durante el proceso de diseño, el equipo tomó decisiones clave para optimizar el desempeño del robot.

Una de las decisiones más importantes fue no priorizar el mecanismo de escalada. Aunque esta acción otorga puntos, implica dedicar tiempo específico al final del partido y desarrollar un mecanismo adicional.

En cambio, decidimos enfocar nuestros recursos en mejorar la velocidad y consistencia del sistema de disparo, ya que esto nos permitiría generar más puntos a lo largo del match.

Este enfoque también implicó un trade-off importante: sacrificar una acción de alto valor puntual (escalada) por una estrategia de generación constante de puntos.

Además, se priorizó el manejo eficiente del fuel, realizando ajustes en el sistema de admisión y disparo para evitar atascos y mejorar la alineación de las pelotas.

En general, nuestra estrategia se centró en diseñar un robot capaz de recolectar, almacenar y disparar pelotas de manera continua, maximizando su impacto durante todo el partido.

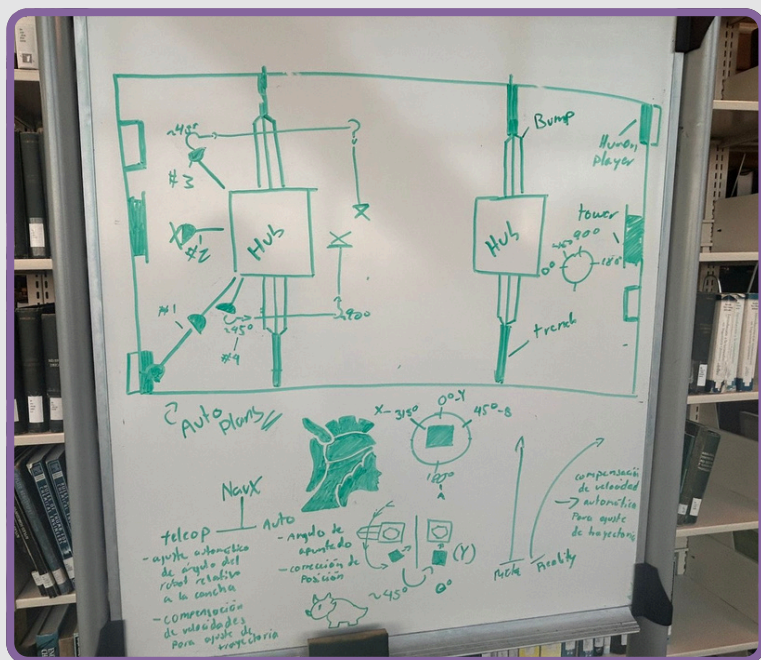


PROCESO DE INGENIERÍA

10



PROCESO DE INGENIERÍA



Lluvia de ideas

El proceso de diseño comenzó con el análisis del reto de la temporada y las capacidades iniciales del kitbot. A partir de esto, decidimos evaluar qué podía hacer el robot base y qué limitaciones presentaba antes de proponer nuevas soluciones.

Durante la lluvia de ideas, el equipo identificó tres áreas clave de mejora: la velocidad de disparo, la capacidad de almacenamiento de pelotas y la alineación del fuel dentro del robot.

Estas ideas permitieron enfocar el desarrollo del robot en mejorar los sistemas existentes en lugar de diseñar mecanismos completamente nuevos desde cero.

Desarrollo de conceptos

Con base en las ideas iniciales, decidimos enfocarnos en optimizar el sistema de manejo de pelotas. El análisis del kitbot mostró que, aunque el sistema de disparo era funcional, presentaba inconsistencias en velocidad y dirección. Por esta razón, se decidió mejorar tanto el sistema de admisión como el de disparo. Además, identificamos la necesidad de aumentar la capacidad de almacenamiento, lo que llevó al desarrollo del concepto de un contenedor extensible.

Proceso de toma de decisiones de diseño

Cada decisión de diseño se tomó considerando el impacto directo en el rendimiento del robot dentro del campo.

- Decidimos utilizar el drivetrain tipo tanque del kitbot, ya que permite superar el bump sin comprometer la estabilidad
- Decidimos optimizar el sistema de intake y shooter para mejorar la consistencia del disparo
- Decidimos implementar un contenedor extensible para aumentar la capacidad de almacenamiento

Estas decisiones priorizaron eficiencia, simplicidad y rendimiento durante el match.

Iteración V1 – Sistema base (Kitbot)

Decisión: utilizar el sistema original del kitbot como punto de partida

Problema detectado: baja consistencia en el disparo y mala alineación del fuel

Resultado: el robot era funcional, pero no competitivo en velocidad ni precisión

Iteración V2 – Mejora en alineación y flujo

Decisión: mejorar el flujo de pelotas dentro del robot

Cambios realizados:

- incorporación de cone wheels para alinear el fuel
- ajustes en la distribución de compliant wheels

Problema resuelto: reducción de atascos y mejor dirección de disparo

Resultado: mayor consistencia en el lanzamiento

Iteración V3 – Optimización del sistema de disparo

Decisión: optimizar la compresión y velocidad del fuel

Cambios realizados:

- uso de diferentes densidades de compliant wheels
- ajustes en la configuración del shooter

Resultado:

- aumento en la velocidad de disparo
- mayor tasa de éxito al anotar
- reducción significativa de errores

Prototipado

Antes de implementar el diseño final, decidimos validar ideas mediante prototipos simples.

El prototipo más relevante fue el del contenedor extensible, el cual se desarrolló utilizando cartón para analizar su funcionamiento y la alineación del fuel.

Esto permitió ajustar el diseño antes de construir el mecanismo final.

Pruebas

Para validar el desempeño del robot, realizamos pruebas enfocadas en:

- velocidad de disparo
- alineación del fuel
- tasa de éxito al anotar

Durante estas pruebas detectamos que el principal problema era la mala alineación de las pelotas, lo que generaba atascos y disparos imprecisos.

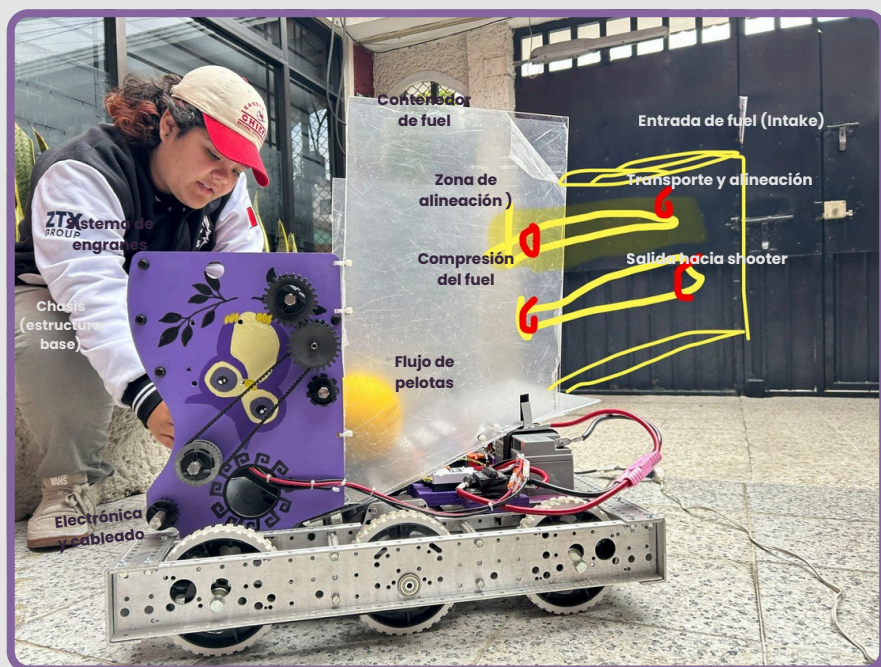
Iteraciones y mejoras

A partir de los resultados obtenidos, decidimos realizar mejoras específicas en el sistema:

- incorporación de cone wheels para mejorar la alineación
- ajustes en la compresión del fuel mediante diferentes tipos de ruedas
- optimización del flujo interno de pelotas

Estas mejoras permitieron aumentar la velocidad, consistencia y eficiencia del robot durante el partido.

FLUJO DEL SISTEMA DE MANEJO DE FUEL



**Intake → Base → Rodillos →
Shooter → Salida**

Decidimos diseñar el robot alrededor de un flujo continuo de pelotas, donde cada componente cumple una función específica para asegurar alineación, compresión y consistencia en el disparo.

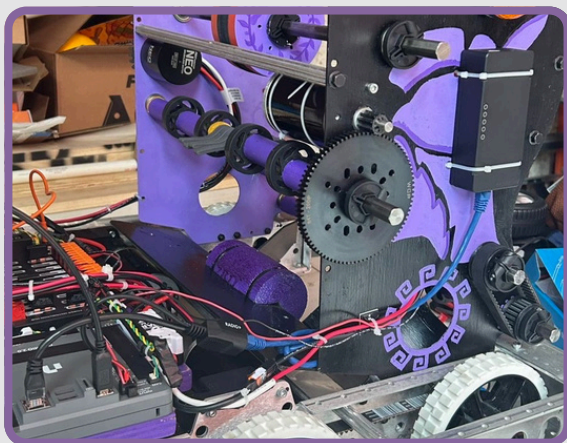
**“NUESTRO ROBOT NO
FUE DISEÑADO EN UNA
SOLA VERSIÓN, SINO A
TRAVÉS DE ITERACIONES
QUE MEJORARON SU
DESEMPEÑO CON BASE
EN PRUEBAS REALES.”**

ARQUITECTURA DEL ROBOT

16



ARQUITECTURA DEL ROBOT



Arquitectura general del robot

Después de definir la estrategia del equipo, el siguiente paso fue diseñar la estructura general del robot y decidir cómo integrar todos los mecanismos necesarios para cumplir con los objetivos del juego. Decidimos dividir nuestro robot en tres sistemas principales:

- el drivetrain o sistema de movimiento
- el sistema de intake y shooter para manejar el fuel
- el contenedor extensible para almacenar más pelotas

El objetivo de esta arquitectura fue lograr un robot capaz de recolectar, almacenar y disparar pelotas de forma rápida y constante durante un partido.

Para lograrlo, cada componente del robot fue diseñado con una función específica dentro del sistema general.

Flujo del robot

Decidimos diseñar el robot alrededor de un flujo continuo de pelotas, donde cada subsistema cumple una función específica dentro del proceso:

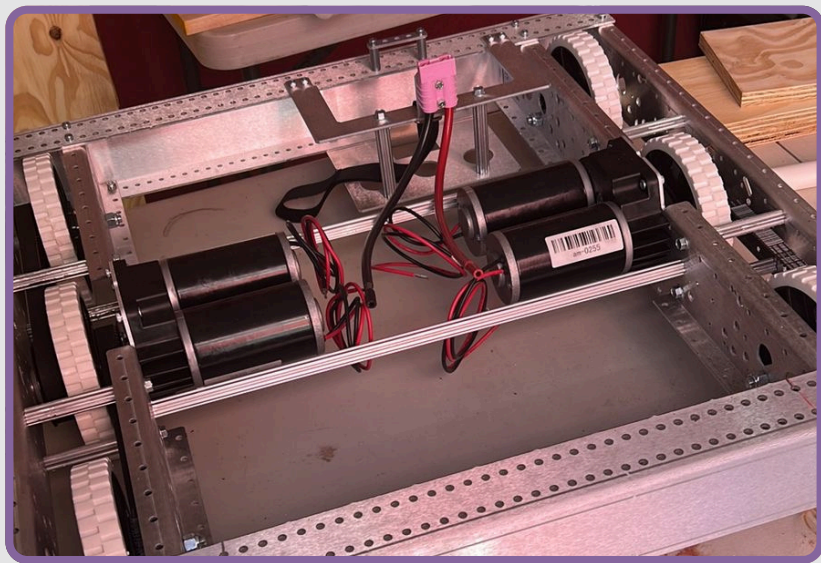
Intake → Base de admisión → Transporte → Shooter → Salida

Este flujo permitió reducir atascos, mejorar la alineación del fuel y aumentar la consistencia del disparo.

Partes principales del robot

El robot está compuesto por varios sistemas que trabajan juntos para permitir su funcionamiento dentro del campo. Cada uno de estos sistemas fue diseñado para integrarse dentro de un flujo continuo, donde el drivetrain permite posicionar el robot, el sistema de intake y shooter gestiona el movimiento del fuel, y el contenedor mantiene un suministro constante de pelotas para el disparo.

Chasis del robot



El chasis es la estructura principal que sostiene y da soporte a todos los componentes del robot. Gracias a esta estructura el robot puede moverse dentro del campo y soportar el peso de todos los mecanismos. Para el sistema de movimiento se utilizó el drivetrain tipo tanque incluido en el kitbot, el cual utiliza cuatro motores CIM. Este tipo de drivetrain resultó ser muy efectivo para atravesar el bump del campo sin quedarse atorado, lo que permitió que el robot pudiera transportar más fuel sin comprometer su movilidad.

Mecanismo de combustible



El mecanismo de combustible es uno de los sistemas más importantes del robot, ya que es el encargado de recolectar y lanzar las pelotas.

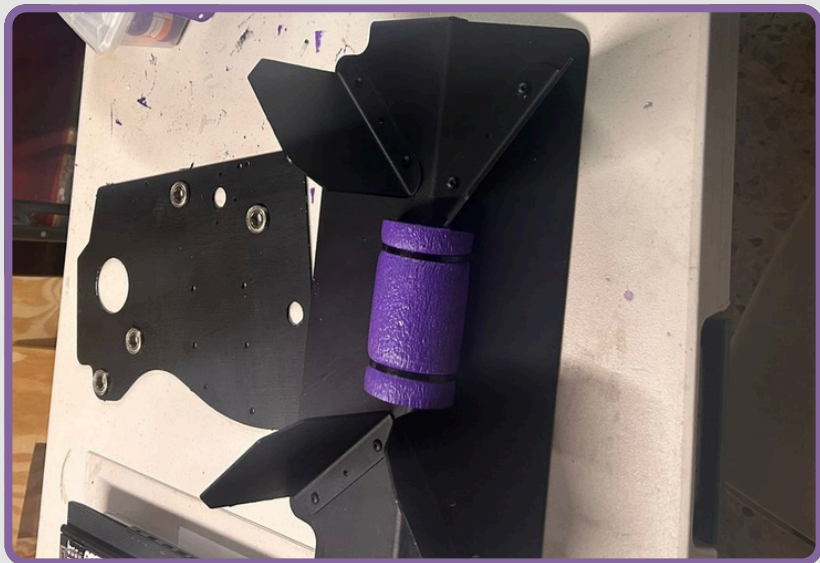
En este mecanismo se encuentran:

- los ejes del intake
- el eje lanzador
- la campana del lanzador
- motores
- engranes y poleas

Todos estos componentes están acomodados entre placas estructurales que mantienen alineados los ejes y permiten que el sistema funcione correctamente.

Su función principal es recoger las pelotas del campo y lanzarlas con una dirección adecuada hacia el objetivo.

Base de admisión

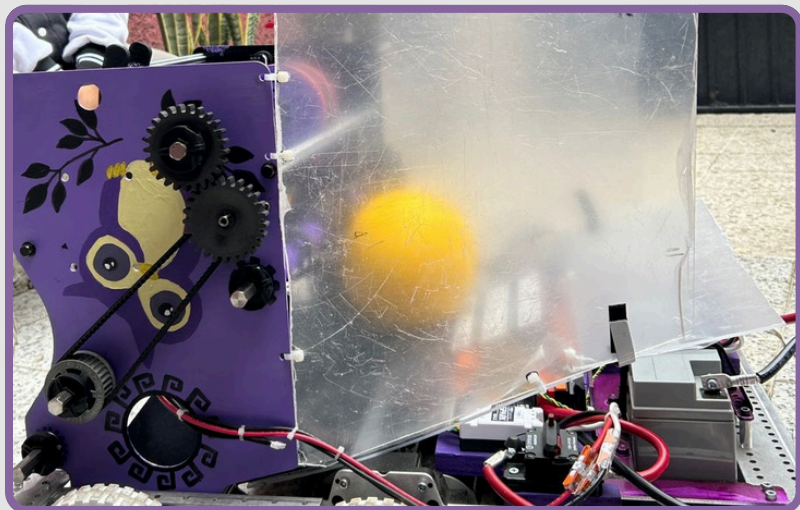


La base de admisión se encuentra colocada debajo del mecanismo de combustible.

Su función es ayudar a guiar las pelotas cuando son recogidas por el robot, evitando que se atoraran durante el proceso de admisión o durante el disparo. Esta base ayuda a dirigir las pelotas hacia el interior del robot y acomodarlas dentro del contenedor.

Durante el desarrollo del robot se realizaron ajustes en esta base para mejorar el flujo de las pelotas y evitar acumulaciones dentro del sistema.

Contenedor



EDecidimos diseñar el contenedor donde se almacenan las pelotas dentro del robot.

Está construido con paneles de acrílico unidos en forma de caja, lo que permite ver el interior y mantener las pelotas contenidas dentro del robot mientras son transportadas hacia el sistema de disparo.

Durante el proceso de diseño se decidió ampliar el contenedor de manera horizontal agregando paneles adicionales de acrílico. Esto permitió aumentar la capacidad de almacenamiento del robot.

Además, se desarrolló un mecanismo que permite extender el contenedor para almacenar más pelotas durante el partido.

Bumpers

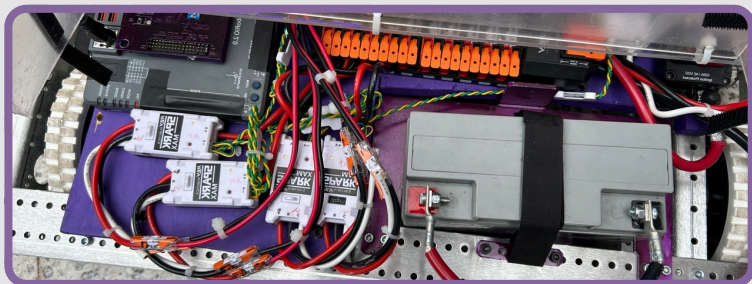
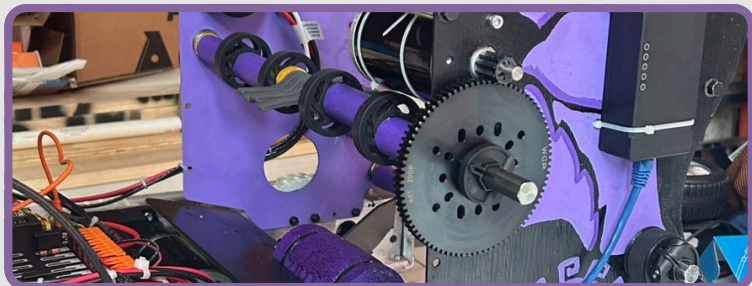


El bumper es un elemento de protección diseñado para absorber impactos y evitar daños al robot al momento de chocar con otros robots o con elementos del campo.

Está construido con tablas de madera resistentes cubiertas con espuma, y recubierto con tela para cumplir con las regulaciones del juego.

Este componente es importante para proteger la estructura del robot durante los partidos.

Electrónica y cableado



El sistema electrónico es el encargado de controlar el funcionamiento del robot.

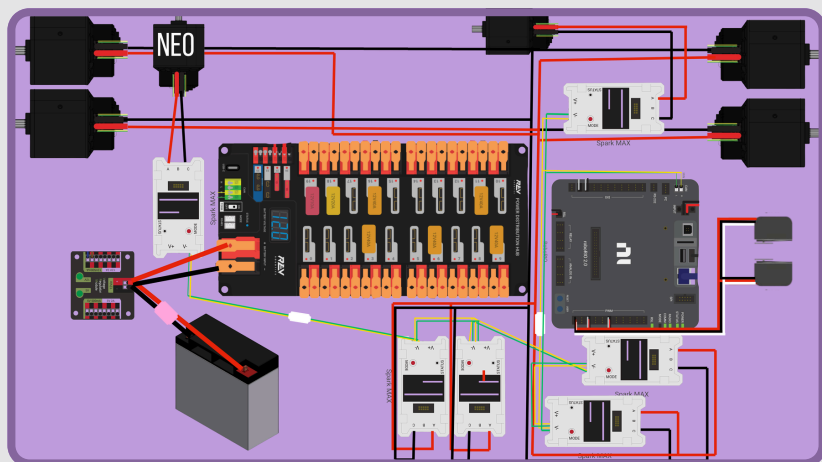
Este sistema está compuesto por circuitos, sensores, cables y diferentes componentes electrónicos que permiten controlar los motores y recibir información del robot durante el partido.

Entre los principales componentes electrónicos utilizados se encuentran:

- roboRIO (controlador principal)
- Power Distribution Hub (distribución de energía)
- Radio de comunicación
- Voltage Regulator Module
- Robot Signal Light
- Controladores de motor Spark MAX y Víctor SPX
- baterías de 12V
- sensores como encoders, giroscopios y cámara

Todos estos componentes están organizados sobre una base donde se conectan cuidadosamente para mantener el sistema ordenado y facilitar la detección de posibles fallas.

Topología de red y arquitectura eléctrica del robot



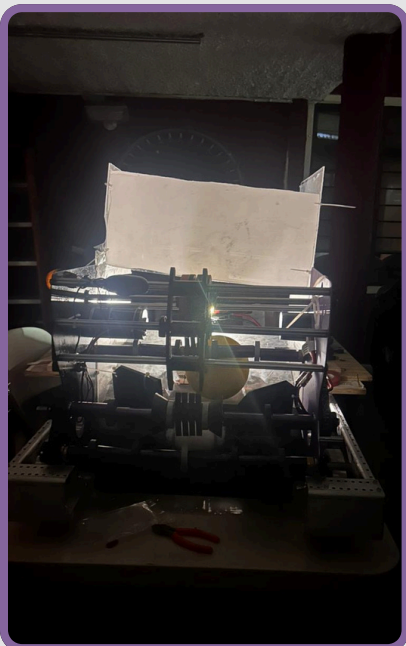
Decidimos diseñar una arquitectura eléctrica organizada que permitiera una distribución eficiente de energía y comunicación entre los componentes del robot.

La batería suministra energía al sistema a través del breaker principal, el cual distribuye la corriente hacia el Power Distribution Hub (PDH). Desde ahí, la energía se dirige a los controladores de motor y demás componentes electrónicos.

Para la comunicación, utilizamos el sistema CAN Bus, que conecta el roboRIO con los controladores de motor y sensores, permitiendo un control coordinado de los subsistemas.

Esta organización permitió mantener un sistema ordenado, facilitar el diagnóstico de errores y asegurar un funcionamiento confiable durante las pruebas y competencias.

Decisiones de diseño



La mayoría de los mecanismos principales del robot eran necesarios para poder cumplir con las tareas del juego.

Sin embargo, también se desarrollaron algunos mecanismos adicionales para mejorar el desempeño del robot, como el sistema de extensión del contenedor que permite almacenar más pelotas durante el partido.

Cada componente del robot fue incluido con un propósito específico dentro de la estrategia del equipo, buscando que el robot pudiera recolectar, almacenar y disparar fuel de la manera más eficiente posible. Durante el desarrollo del robot, el equipo tomó decisiones clave con base en el rendimiento esperado y la viabilidad de implementación.

Una de las decisiones más importantes fue mantener el drivetrain tipo tanque del kitbot.

Decidimos utilizar este sistema en lugar de alternativas más complejas, ya que ofrecía mayor confiabilidad, estabilidad y facilidad de implementación, sin comprometer el desempeño del robot.

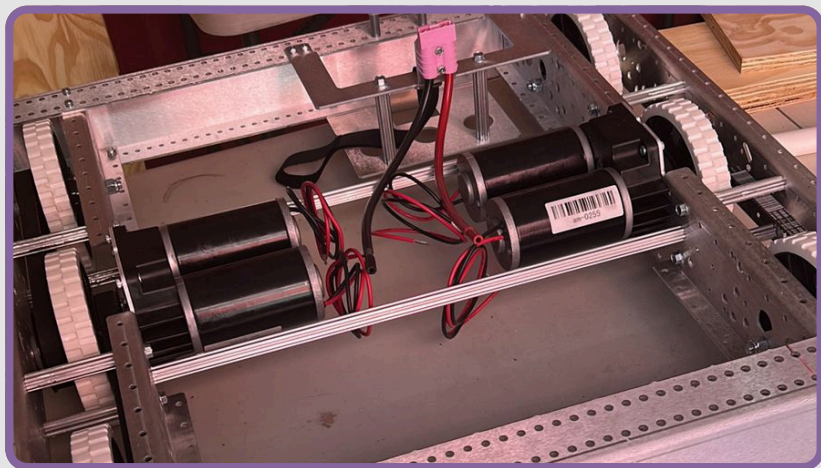
**“LA ARQUITECTURA DEL
ROBOT FUE DISEÑADA
PARA MAXIMIZAR LA
EFICIENCIA DEL FLUJO
DE PELOTAS,
ASEGURANDO QUE CADA
SUBSISTEMA
CONTRIBUYERA
DURANTE EL MATCH.”**

SUBSISTEMAS DEL ROBOT

05



SUBSISTEMAS DEL ROBOT



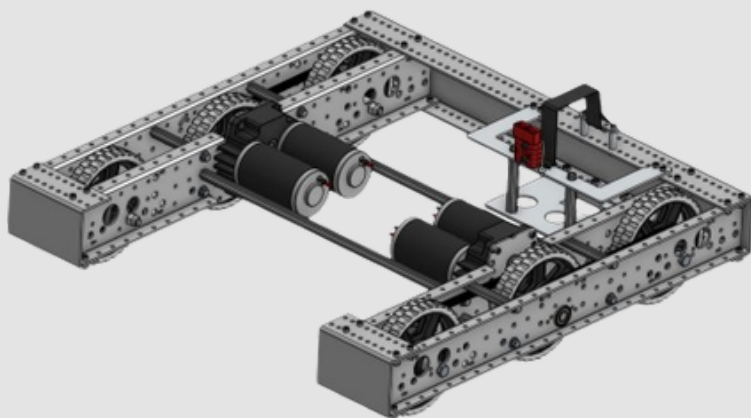
“Decidimos dividir el robot en subsistemas independientes para optimizar el diseño, facilitar las iteraciones y asegurar que cada componente cumpliera una función específica dentro del flujo del fuel. Esta organización permitió diseñar, construir y mejorar cada mecanismo de manera más clara, entendiendo cómo interactúa con los demás sistemas. Los principales subsistemas del robot son el drivebase, encargado del movimiento dentro del campo; el sistema de admisión (intake), que permite recoger las pelotas del suelo; el sistema de alimentación, que transporta el fuel dentro del robot; el shooter, que se encarga de lanzar las pelotas hacia el objetivo; y el contenedor extensible, que permite almacenar una mayor cantidad de pelotas durante el partido. Cada subsistema fue diseñado considerando la estrategia del equipo, la velocidad necesaria para el juego y la capacidad de manejar varias pelotas sin que se atoraran dentro del robot. Durante el proceso de desarrollo, estos sistemas fueron probados y ajustados varias veces para mejorar su desempeño y asegurar que trabajaran de forma integrada. El objetivo principal al diseñar estos subsistemas fue lograr un robot capaz de recolectar, almacenar y disparar fuel de forma rápida y consistente durante un partido, lo cual era una parte clave de la estrategia en el juego FIRST Steamworks.

Sistema de movimiento (Drivebase)

Objetivo: permitir un desplazamiento estable y confiable dentro del campo, incluso al atravesar el bump.

Trade-off: se priorizó confiabilidad sobre maniobrabilidad avanzada, descartando sistemas más complejos como swerve drive.

Justificación: este diseño fue más adecuado para nuestra estrategia, ya que nos permitió enfocarnos en el manejo del fuel sin comprometer movilidad.



El sistema de movimiento del robot está basado en el drivetrain tipo tanque incluido en el kitbot. Este sistema utiliza cuatro motores CIM, los cuales permiten que el robot tenga la potencia suficiente para desplazarse dentro del campo.

Se decidió utilizar este drivetrain porque es un sistema confiable y efectivo para atravesar el bump del campo. Esto era importante para nuestra estrategia, ya que necesitábamos que el robot pudiera moverse libremente mientras transportaba varias pelotas dentro del contenedor.

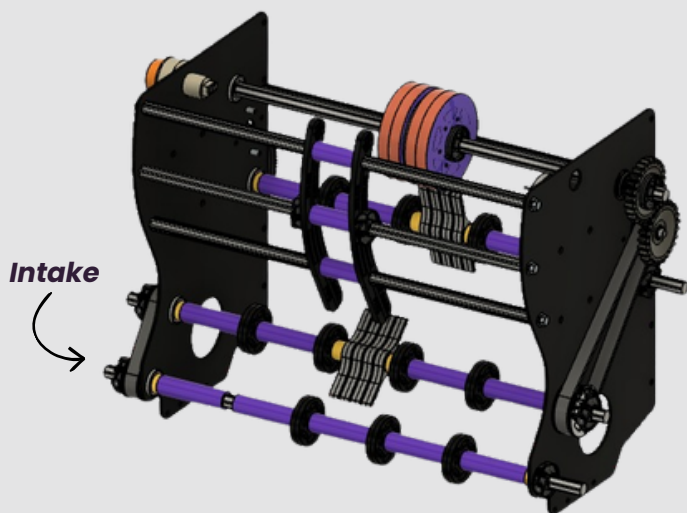
El drivetrain tipo tanque también permite un buen control del robot durante el modo teleoperado, facilitando la alineación con los objetivos al momento de disparar las pelotas.

Sistema de admisión (Intake)

Objetivo: recolectar pelotas de manera rápida y sin atascos.

Trade-off: se priorizó simplicidad y flujo continuo sobre mecanismos más complejos de recolección.

Justificación: el uso de compliant wheels permitió un manejo más eficiente del fuel, reduciendo errores durante la admisión.



El sistema de admisión es el encargado de recoger las pelotas del campo y dirigir las hacia el interior del robot.

Este sistema está compuesto por varios ejes con compliant wheels, las cuales permiten sujetar las pelotas sin dañarlas y moverlas hacia el interior del robot. Estas ruedas también ayudan a evitar que las pelotas se atoren en los lados del mecanismo.

Durante el proceso de desarrollo se realizaron varios ajustes en la distribución de estas ruedas para mejorar el flujo de las pelotas dentro del robot. En el eje inferior de admisión, las compliant wheels blancas se colocaron en los lados para evitar que las pelotas se atoraran en las orillas y ayudarlas a moverse hacia el centro del sistema.

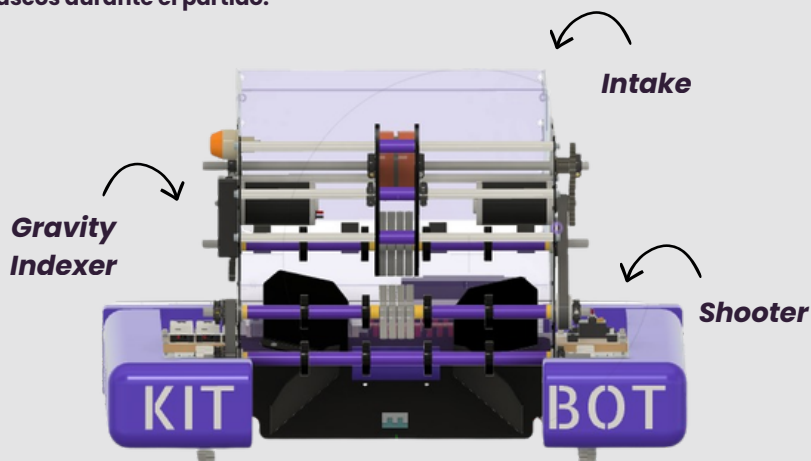
Este diseño permitió que el robot recolectara pelotas de manera más eficiente.

Sistema de alimentación (Gravity indexer)

Objetivo: permitir un flujo continuo y natural de pelotas hacia el shooter aprovechando la gravedad.

Trade-off: se sacrificó control activo total del flujo a cambio de un sistema más simple, ligero y confiable.

Justificación: este diseño permitió reducir la complejidad mecánica y minimizar fallas, logrando un flujo más estable y menos propenso a atascos durante el partido.



El sistema de alimentación del robot está basado en un mecanismo de indexación por gravedad, el cual permite transportar las pelotas desde el contenedor hacia el shooter de manera pasiva.

A diferencia de sistemas completamente activos con múltiples rodillos, este diseño aprovecha la gravedad y la inclinación del contenedor para guiar el flujo de pelotas hacia el sistema de disparo. Los rodillos presentes en el sistema ayudan principalmente a mantener el movimiento y evitar atascos, pero no son el único medio de transporte.

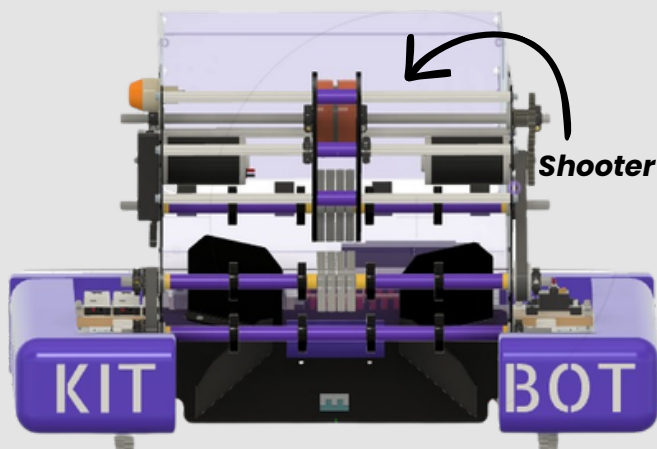
Durante las primeras pruebas se observó que algunas pelotas no se alineaban correctamente con el shooter, lo que ocasionaba atascos o disparos inconsistentes. Para resolver este problema se realizaron ajustes en la geometría del sistema, así como en la alineación de los ejes y la incorporación de elementos que ayudaran a centrar el flujo de pelotas.

Sistema de lanzamiento (Shooter)

Objetivo: lograr un disparo rápido y consistente.

Trade-off: se priorizó consistencia sobre precisión extrema.

Justificación: el uso de diferentes densidades de compliant wheels y cone wheels permitió mejorar la compresión y alineación del fuel, aumentando la tasa de éxito.



El shooter es uno de los mecanismos más importantes del robot, ya que es el encargado de lanzar las pelotas hacia el objetivo.

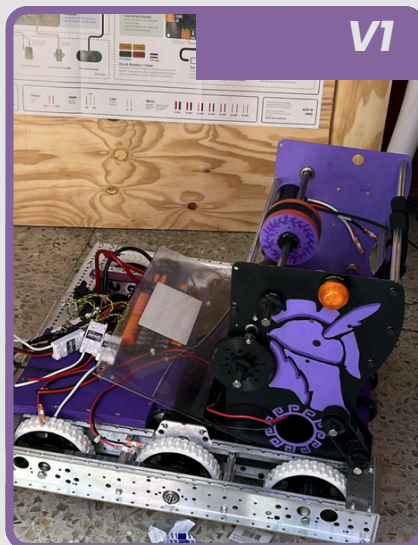
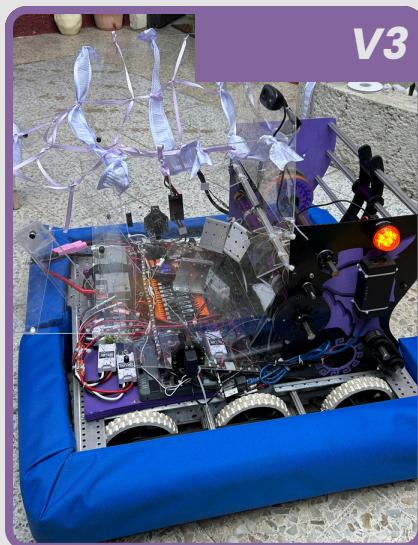
Este sistema utiliza un eje lanzador impulsado por un motor que genera la velocidad necesaria para disparar las pelotas. La compresión generada por las compliant wheels ayuda a aumentar la velocidad del disparo.

Durante las pruebas del robot se identificó que el fuel no siempre se alineaba correctamente con el shooter. Para mejorar esto se agregaron cone wheels, las cuales ayudan a dirigir las pelotas hacia el centro del sistema de disparo.

También se experimentó con diferentes densidades de compliant wheels. Las ruedas blancas, que son más suaves, y las negras, que son más duras, se colocaron en distintas posiciones para generar la compresión adecuada en las pelotas.

Gracias a estos cambios se logró mejorar la consistencia del disparo y aumentar la velocidad con la que el robot podía lanzar pelotas.

Mejoras después de las pruebas



Durante las primeras pruebas del robot se identificaron varios problemas que afectaban el funcionamiento del sistema de manejo de pelotas.

Uno de los principales problemas era que las pelotas se atoraban en la base de admisión o no se alineaban correctamente con el shooter. Para resolver esto se realizaron varios cambios en el diseño.

Se agregó un tope en una de las guías de admisión utilizando material restante del chasis, lo que ayudó a evitar que las pelotas se acumularan dentro del sistema.

También se añadieron pequeñas ruedas en forma de cono para mejorar la dirección de las pelotas hacia el shooter.

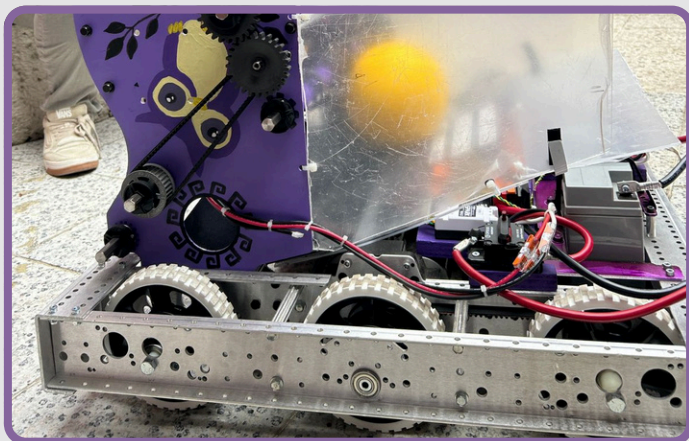
Gracias a estos cambios, el robot logró disparar las pelotas con mayor consistencia y velocidad, reduciendo los atascamientos y mejorando su desempeño durante las pruebas.

PROGRAMACIÓN

06



PROGRAMACIÓN



Arquitectura del software

Decidimos diseñar la arquitectura del software con el objetivo de soportar una estrategia centrada en velocidad y consistencia en el manejo de fuel, asegurando que todos los subsistemas respondieran de forma coordinada durante el partido.

El roboRIO funciona como el cerebro del robot, recibiendo las entradas de los operadores y sensores, y enviando señales a los controladores de motor (Spark MAX y Victor SPX) a través del CAN Bus.

Distribuimos los motores de acuerdo con las necesidades de cada subsistema:

- 4 motores CIM para el drivetrain
- 1 motor NEO para intake y outake
- 1 motor CIM para feeder
- 2 motores NEO para la extensión del contenedor

Decidimos utilizar CAN Bus en lugar de conexiones más simples porque permite mayor control, monitoreo y sincronización entre motores, lo cual era necesario para mantener un flujo continuo de pelotas sin errores.

El software no solo controla el robot, lo convierte en un sistema coordinado para ejecutar la estrategia del equipo.

Modo autónomo

Decidimos implementar un modo autónomo enfocado en ejecutar acciones simples pero confiables, priorizando consistencia sobre complejidad.

El robot cuenta con múltiples rutinas autónomas diseñadas para adaptarse a distintas posiciones iniciales en el campo. Se desarrollaron modos desde el centro, izquierda y derecha, permitiendo al robot recolectar y disparar fuel dependiendo de la estrategia del equipo. Uno de los modos autónomos de la derecha está diseñado para utilizar el fuel proporcionado por el human player, lo que permite aumentar la cantidad de pelotas disponibles durante esta fase del partido.

Mayor simplicidad → menor riesgo de fallo

Menor complejidad → menos puntos potenciales en autónomo

En autónomo, preferimos asegurar puntos constantes en lugar de arriesgar todo por más puntos.

Modo teleoperado

Decidimos dividir el control del robot entre dos operadores para maximizar eficiencia:

- Operador 1: movimiento (drivetrain)
- Operador 2: intake, feeder y shooter

Esta decisión permitió que el robot pudiera recolectar y disparar pelotas de manera simultánea, alineándose con nuestra estrategia de velocidad. Durante pruebas, ajustamos la sensibilidad de los controles para mejorar:

- precisión de movimiento
- control del disparo
- sincronización entre mecanismos

Si el shooter está activo → feeder se activa automáticamente

Si intake detecta pelotas → se mantiene activo hasta llenar contenedor

Esto permitió mantener un flujo continuo sin depender completamente del operador.

El control está diseñado para reducir errores humanos y mantener ritmo constante de juego.

Sensores

El robot utiliza varios sensores para obtener información sobre su funcionamiento y mejorar el control de los mecanismos.



Decidimos integrar sensores no solo para medir datos, sino para tomar decisiones reales durante el funcionamiento del robot.

Sensores utilizados:

- Encoders → medir velocidad de motores
- Giroscopio → orientación del robot
- Cámara → referencia visual del campo

Aplicaciones reales:

- Encoders → ajustar velocidad del shooter para mantener consistencia
- Giroscopio → mantener estabilidad al moverse
- Cámara → ayudar en alineación al objetivo

Localización

Decidimos utilizar datos de encoders y giroscopio para estimar el movimiento del robot dentro del campo.

Esto permite:

- entender desplazamiento
- mejorar control
- ajustar comportamiento en tiempo real

Aunque no implementamos una localización completamente avanzada, estos datos fueron suficientes para mejorar la estabilidad del robot.

Pruebas y depuración

Durante las primeras pruebas del robot se detectaron algunos problemas relacionados con el código y el control de los mecanismos.

Uno de los problemas encontrados fue que los ejes del Intake Superior y Alimentador giraban en sentido contrario, lo que provocaba que el sistema no funcionara correctamente al momento de manejar las pelotas. Para solucionar este problema se realizaron ajustes en el código para corregir la dirección de los motores.

También se hicieron cambios en la velocidad y potencia del disparo, con el objetivo de lograr que las pelotas salieran más rápido y con mayor consistencia.

Después de realizar estos ajustes, el robot pudo manejar y disparar las pelotas de forma más eficiente durante las pruebas.

**“NUESTRO CÓDIGO
CONECTA CADA
SUBSISTEMA PARA
LOGRAR UN SOLO
OBJETIVO: JUGAR MÁS
RÁPIDO, MÁS
CONSISTENTE Y CON
MENOS ERRORES.”**

PRUEBAS Y RENDIMIENTO

40

07



PRUEBAS Y RENDIMIENTO



Procedimientos de prueba

Decidimos estructurar nuestras pruebas con el objetivo de validar el desempeño real del robot en función de nuestra estrategia: velocidad y consistencia en el manejo de fuel.

Primero verificamos el sistema eléctrico conectando la batería de 12V y revisando que todos los controladores (Spark MAX y Victor SPX) respondieran correctamente mediante sus indicadores LED. Esto nos permitió confirmar la correcta comunicación con el roboRIO.

Posteriormente, configuramos los controles para dividir funciones entre dos operadores, lo cual permitía probar el robot en condiciones similares a un partido real.

Las pruebas se dividieron en tres áreas principales:

- **Movimiento (Drivebase):** verificar estabilidad, control y capacidad de atravesar el bump
- **Flujo de pelotas:** evaluar intake, feeder y contenedor
- **Disparo:** medir velocidad, dirección y consistencia

También realizamos pruebas repetitivas de disparo para evaluar:

- tasa de éxito
- velocidad de salida
- frecuencia de disparo

**“NO PROBAMOS SOLO
SI EL ROBOT
FUNCIONABA,
PROBAMOS QUÉ TAN
BIEN CUMPLÍA NUESTRA
ESTRATEGIA.”**

Resultados y análisis del rendimiento



Durante las primeras pruebas del robot (V1), identificamos que el principal problema no era la falta de potencia, sino la falta de control en el flujo de pelotas. Observamos que el fuel no se alineaba correctamente al entrar al sistema de disparo, lo que provocaba atascamientos frecuentes o trayectorias inconsistentes al momento de lanzar.

Además, detectamos acumulación de pelotas en la base de admisión, lo que interrumpía el flujo continuo hacia el shooter. A nivel de programación, encontramos que los ejes del Intake Superior y del Alimentador estaban girando en sentido contrario, afectando directamente la sincronización del sistema. Finalmente, al analizar el comportamiento del disparo, concluimos que la compresión generada por las ruedas era insuficiente, lo que reducía tanto la velocidad como la consistencia.

A partir de estos resultados, en una segunda iteración (V2) decidimos rediseñar el manejo del flujo interno del fuel en lugar de simplemente aumentar la potencia del disparo. Implementamos cone wheels en el Intake Superior y Alimentador para forzar la alineación de las pelotas hacia el centro del sistema, reduciendo significativamente los errores de entrada al shooter.

También ajustamos estratégicamente la distribución de compliant wheels, combinando ruedas suaves (blancas) y rígidas (negras) para generar una compresión progresiva. Esta decisión permitió mejorar la transferencia de energía hacia la pelota sin generar bloqueos dentro del sistema.

En paralelo, añadimos un tope en la base de admisión utilizando material del chasis, con el objetivo de evitar acumulaciones y mantener un flujo continuo. Finalmente, realizamos una corrección en el código para sincronizar correctamente los ejes del sistema de alimentación, asegurando que todas las pelotas avanzaran en la misma dirección.

En una tercera iteración (V3), refinamos el sistema completo integrando estos cambios, lo que resultó en una mejora clara en el rendimiento general del robot. Observamos una reducción significativa en atascamientos y un incremento en la velocidad de disparo, así como una mayor consistencia en la trayectoria de las pelotas. Como resultado, el robot pasó de un sistema inestable con pérdidas constantes de flujo a un mecanismo capaz de disparar de forma continua y controlada, alineado completamente con nuestra estrategia de maximizar puntos mediante volumen y rapidez.

Intake → Feeder → Contenedor → Shooter

Iteraciones del sistema de manejo de pelotas (V1 → V3)

V1 — Sistema inicial (Problemas detectados)

En la primera versión del robot, el sistema de manejo de pelotas presentaba múltiples fallas que afectaban directamente el rendimiento. El fuel no se alineaba correctamente al entrar al shooter, lo que provocaba atascamientos y disparos inconsistentes. Además, las pelotas tendían a acumularse en la base de admisión, interrumpiendo el flujo dentro del robot. A esto se sumaba un error en el código, donde los ejes del Intake Superior y Alimentador giraban en sentido contrario, afectando la sincronización del sistema. Como resultado, el robot tenía baja consistencia en el disparo y pérdidas constantes de flujo.

V2 — Ajustes de alineación y flujo

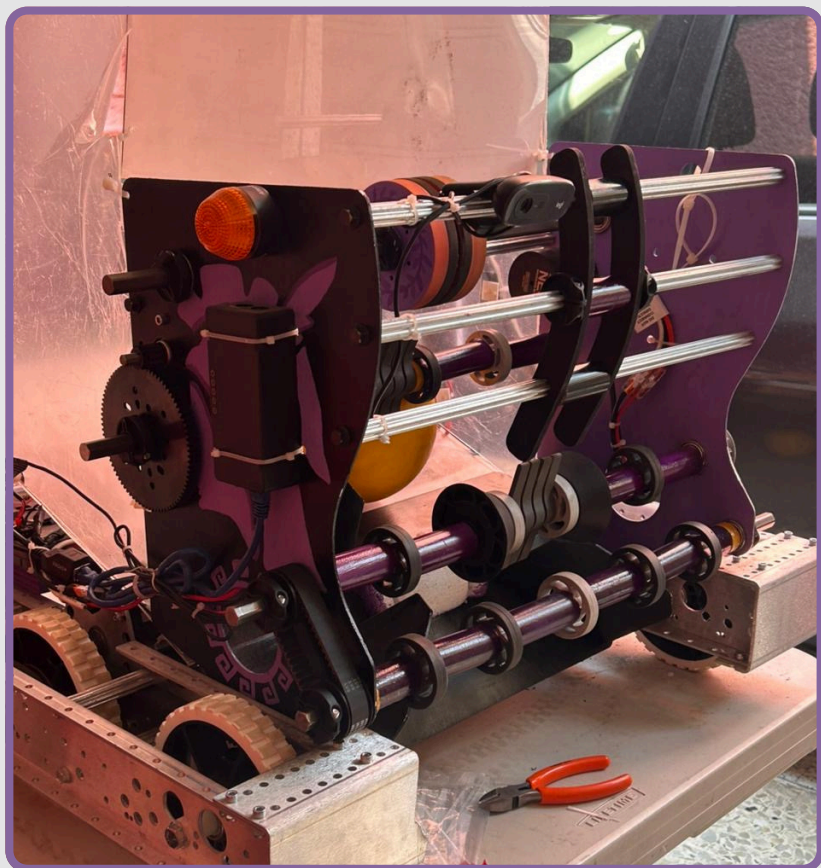
A partir de estos problemas, decidimos enfocarnos en controlar el flujo de las pelotas dentro del robot en lugar de únicamente aumentar la potencia del disparo. Se implementaron cone wheels en el Intake Superior y Alimentador para dirigir las pelotas hacia el centro del sistema. También se rediseñó la distribución de compliant wheels, combinando ruedas suaves y rígidas para generar una mejor compresión. Además, se agregó un tope en la base de admisión para evitar acumulaciones y se corrigió la dirección de los motores en el código. Estos cambios permitieron mejorar la alineación del fuel y reducir los atascamientos.

V3 — Sistema optimizado

En la tercera iteración, refinamos la integración de todos los cambios realizados.

El flujo de pelotas se volvió continuo dentro del robot, eliminando acumulaciones y mejorando la entrada al shooter. La compresión generada por las ruedas permitió un disparo más consistente y con mayor velocidad.

Gracias a esto, el robot logró disparar pelotas de forma continua, con menos errores y mayor eficiencia durante las pruebas.



**“LA MEJORA DEL
ROBOT NO VINO
DE HACERLO MÁS
FUERTE, SINO DE
HACERLO MÁS
INTELIGENTE.”**

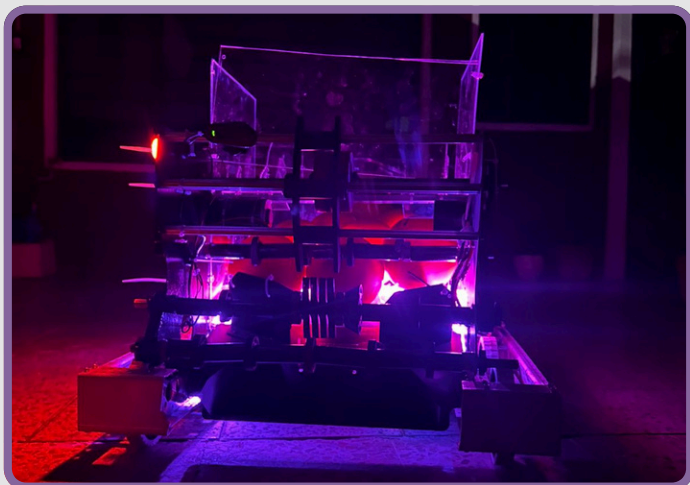
LECCIONES APRENDIDAS

47

08

A large, stylized graphic in white and light purple, resembling a bird's wing or a flame, dominates the lower half of the page. It features sharp, curved edges and a central, eye-like shape.

LECCIONES APRENDIDAS



Principales desafíos

Durante el desarrollo del robot, enfrentamos retos que nos obligaron a tomar decisiones de ingeniería basadas en pruebas reales y no solo en suposiciones.

Uno de los desafíos más importantes fue lograr un flujo controlado de pelotas dentro del robot. En la primera iteración (V1), detectamos que el fuel no se alineaba correctamente con el shooter, lo que generaba atascamientos y disparos inconsistentes. A partir de esto, decidimos priorizar el control del flujo sobre el aumento de potencia, lo que nos llevó a rediseñar el sistema interno con cone wheels y una mejor distribución de compliant wheels.

En la parte mecánica, el ensamblaje de las placas del mecanismo de combustible representó un reto crítico. Estas placas debían mantener alineados múltiples ejes (intake, feeder y shooter), por lo que cualquier error en medidas afectaba todo el sistema. Esto nos obligó a iterar el diseño (V2) y ajustar componentes como espaciadores y soportes hasta lograr una alineación funcional.

También enfrentamos limitaciones en materiales, como los espaciadores de PVC que no coincidían perfectamente con las medidas necesarias. En lugar de reemplazarlos completamente, decidimos ajustarlos y adaptarlos, priorizando soluciones funcionales con los recursos disponibles.

En electrónica y programación, identificamos errores que afectaban directamente el desempeño del robot, como la rotación incorrecta de los ejes del Intake Superior y Alimentador. Esto reforzó la importancia de validar no solo el diseño físico, sino también la lógica del sistema.

Aprendizajes de ingeniería

A lo largo del proceso, entendimos que diseñar un robot no es solo construir mecanismos, sino tomar decisiones con intención.

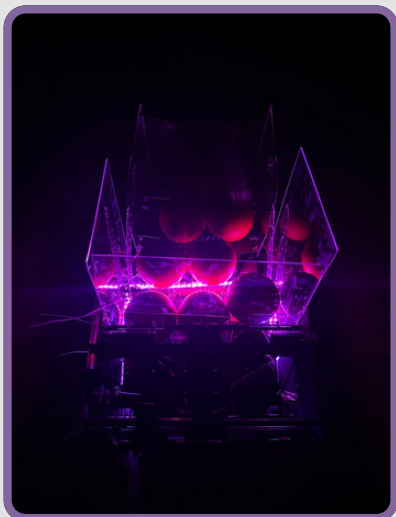
Uno de los aprendizajes más importantes fue que cada componente debe tener un propósito claro dentro del sistema. No se trataba de agregar piezas, sino de entender cómo cada decisión impactaba el flujo, la velocidad y la consistencia del robot. Por ejemplo, la implementación de cone wheels no fue solo una mejora mecánica, sino una decisión directa para controlar la alineación del fuel.

También aprendimos el valor de iterar. En lugar de buscar una solución perfecta desde el inicio, trabajamos en versiones (V1, V2, V3), donde cada prueba nos daba información para mejorar. Este proceso nos permitió pasar de un sistema inestable a uno consistente y competitivo.

Otro aprendizaje clave fue la importancia del prototipado. El uso de modelos simples, como el prototipo de cartón del contenedor extensible, nos permitió validar ideas antes de invertir tiempo y recursos en su construcción final.

Finalmente, entendimos que las pruebas son parte central del diseño.

Muchas de nuestras decisiones más importantes surgieron después de observar fallas reales en el robot.



El equipo también aprendió la importancia de probar constantemente el robot. Muchas de las mejoras que se realizaron surgieron después de observar problemas durante las pruebas, como el atasco de pelotas o la necesidad de mejorar la velocidad del disparo.

Este proceso de prueba, análisis y mejora permitió que el robot evolucionara hasta convertirse en una versión más eficiente y confiable.

Mejoras futuras

Si continuáramos el desarrollo del robot, nuestras decisiones se enfocarían en optimizar aún más el rendimiento del sistema actual en lugar de cambiar completamente el diseño.

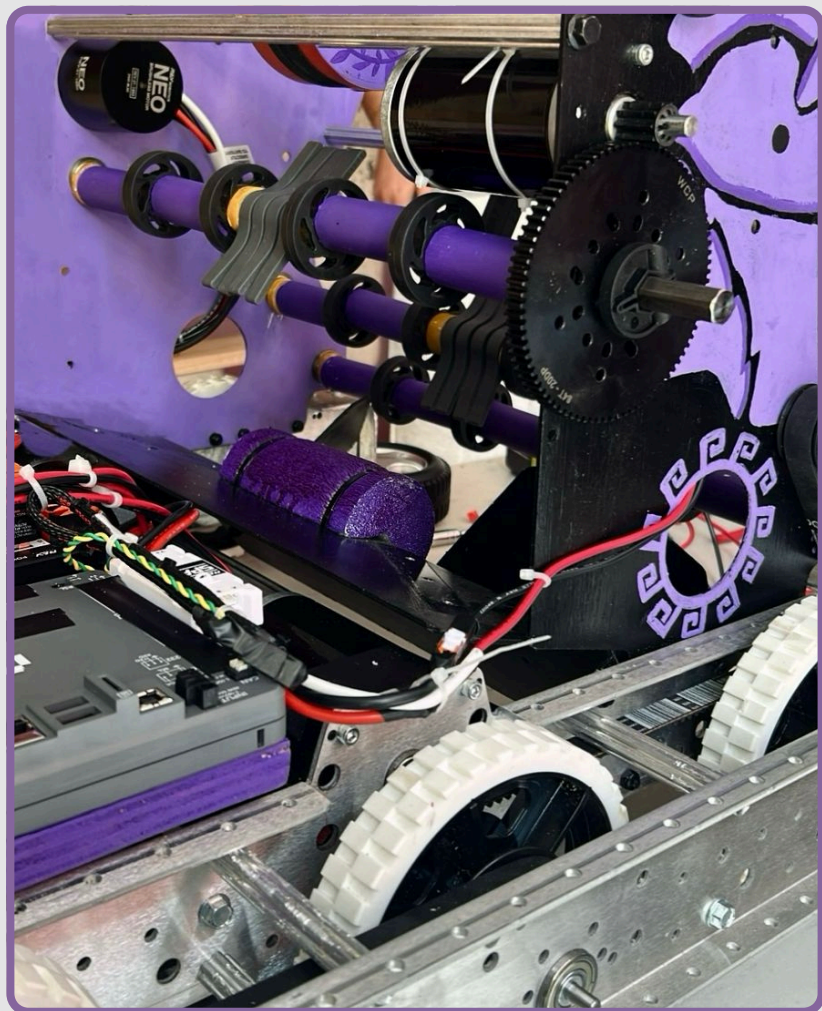
Buscaríamos refinar el sistema de manejo de pelotas ajustando con mayor precisión la compresión y la alineación, con el objetivo de aumentar la consistencia del disparo en diferentes condiciones de juego. También exploraríamos mejoras en el contenedor extensible, buscando un diseño más eficiente en espacio y con mejor control del flujo interno. En programación, una mejora clave sería implementar un control más preciso de velocidad y sincronización entre subsistemas, utilizando mejor la información de sensores para hacer el robot más adaptable durante el partido.

Estas mejoras no cambiarían la esencia del robot, sino que fortalecerían las decisiones que ya demostraron ser efectivas.



El desarrollo de este robot demostró que la ingeniería no depende de la experiencia previa, sino de la capacidad de analizar, iterar y mejorar constantemente.

Siendo un equipo completamente rookie, decidimos enfocarnos en construir un robot funcional, entendiendo cada una de sus partes y el porqué de cada decisión. Más allá del resultado final, este proceso nos permitió demostrar que podemos hacer ingeniería real, resolver problemas complejos y competir con soluciones bien fundamentadas.



**“COMO EQUIPO ROOKIE
Y FEMENIL,
DEMOSTRAMOS QUE LA
INGENIERÍA NO DEPENDE
DE LA EXPERIENCIA
PREVIA, SINO DE LA
CAPACIDAD DE
APRENDER, ITERAR Y
TOMAR DECISIONES.”**