

TEAM 1156

TECHNICAL BINDER



FIRST
ROBOTICS
COMPETITION

SUMÁRIO

Introdução.....	3
-----------------	---

Análises

Análise do jogo e estratégias.....	4
Análise de subsistemas.....	5

Design do Robô

Drivetrain.....	8
Intake.....	9
Elevator.....	10
Gearbox.....	11
Carriage.....	12
End Effector.....	13
Climber.....	14

Programação

Elétrica.....	15
Autônomo.....	17
Tele-Operado.....	19

INTRODUÇÃO

Este fichário técnico detalha nossa análise de jogo, decisões tomadas, resultados obtidos e os designs técnicos que nos guiaram ao nosso robô final para a temporada 2025 do FRC: Reefscape!

O time Under Control 1156, com orgulho, apresenta seu robô de 2025:
Ultralisk

ANÁLISE DE JOGO E ESTRATÉGIAS

Análise de jogo:

REEFSCAPE tem como foco 3 objetivos principais: posicionar corais no recife, manipular algas e escalar na barca. Nosso time tem como metas nessa temporada se classificar em 1º lugar em uma das regionais, se classificar para a etapa mundial e ganhar duas ou mais partidas eliminatórias no mundial, estando em quadra. Para alcançar esses resultados, nós precisamos cumprir os seguintes objetivos em cada fase dos torneios:

Qualificatórias;

- Conquistar o máximo de Pontos de Classificação:

Ficar em primeiro nos permite ter a flexibilidade de formar a aliança ideal para as Eliminatórias

Eliminatórias;

- Maximizar a quantidade de pontos feitos pela nossa aliança para vencer todas as partidas

Obtendo Pontos de Classificação;

- Os Pontos de Classificação são conquistados das seguintes maneiras:
 - Três por partida vencida, um caso empate;
 - Pontos de Classificação no modo Auto: concedidos quando todos os robôs habilitados saem da Linha de Largada e pelo menos 1 Coral é contabilizado no modo Auto.
 - **Pontos de Classificação dos Corais:** concedidos se pelo menos 5 Corais forem contabilizados em cada nível. Se o Bônus de Coopertition for alcançado, é necessário que pelo menos 5 Corais tenham sido colocados em, no mínimo, 3 níveis.
 - **Pontos de Classificação da Barca:** concedidos se pelo menos 14 pontos de Barca forem marcados
- Para maximizar o número de Pontos de Classificação nas Partidas Classificatórias, nós precisamos realizar as seguintes ações:
 - Vencer: Pontuar o máximo possível nos níveis mais altos, sem esquecer de adquirir os Pontos de Classificação dos Corais;
 - Alcançar o Bônus de Coopertition sempre que necessário para reduzir a quantidade de níveis com corais mínimas pontuadas;
 - Garantir que pelo menos um robô escale a Gaiola Funda e outro Estacione para garantir os Pontos de Classificação da Barca.

ANÁLISE DE SUBSISTEMAS

Drivetrain:

- Centro de gravidade baixo;
- Integre corretamente os mecanismos do robô;
- Swerve veloz para maximizar a manobrabilidade.

Intake:

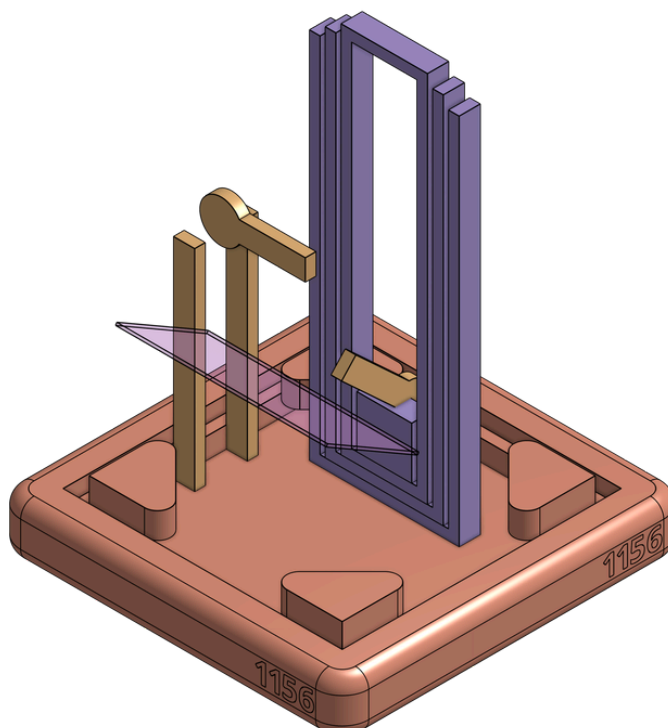
- Leve e rápido;
- "Touch it, own it";
- Ter grande área de coleta e que ainda consiga centralizar rapidamente as Corais para uma "transferência" suave no End Effector.

Elevator:

- Muito estável;
- Alcançar rapidamente todos níveis do Recifes;
- Ser leve e compacto para reduzir o peso e aumentar o espaço interno no robô.

Gearbox:

- Muito robusta e compacta;
- Conseguir levantar o Elevator, Carriage e End Effector para todos os níveis em alta velocidade;
- Minimizar backlash do mecanismo para maior precisão na hora de pontuar.



ANÁLISE DE SUBSISTEMAS

Carriage:

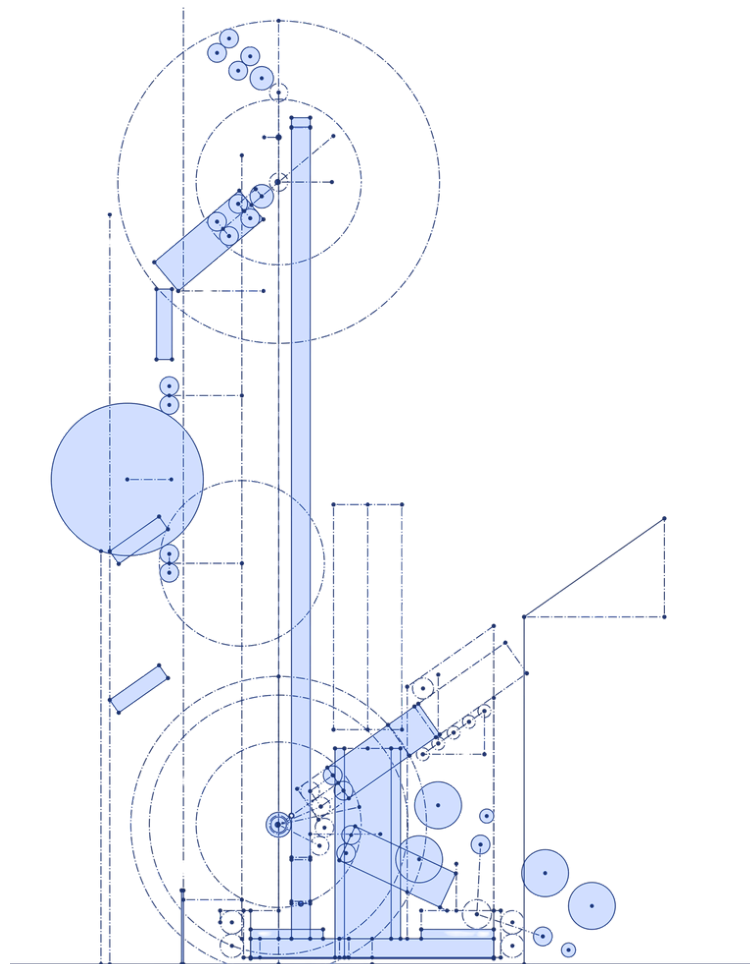
- Muito robusto e leve;
- Providenciar um pivot estável;
- Ser compacto o suficiente para encaixar dentro do Elevator.

End Effector:

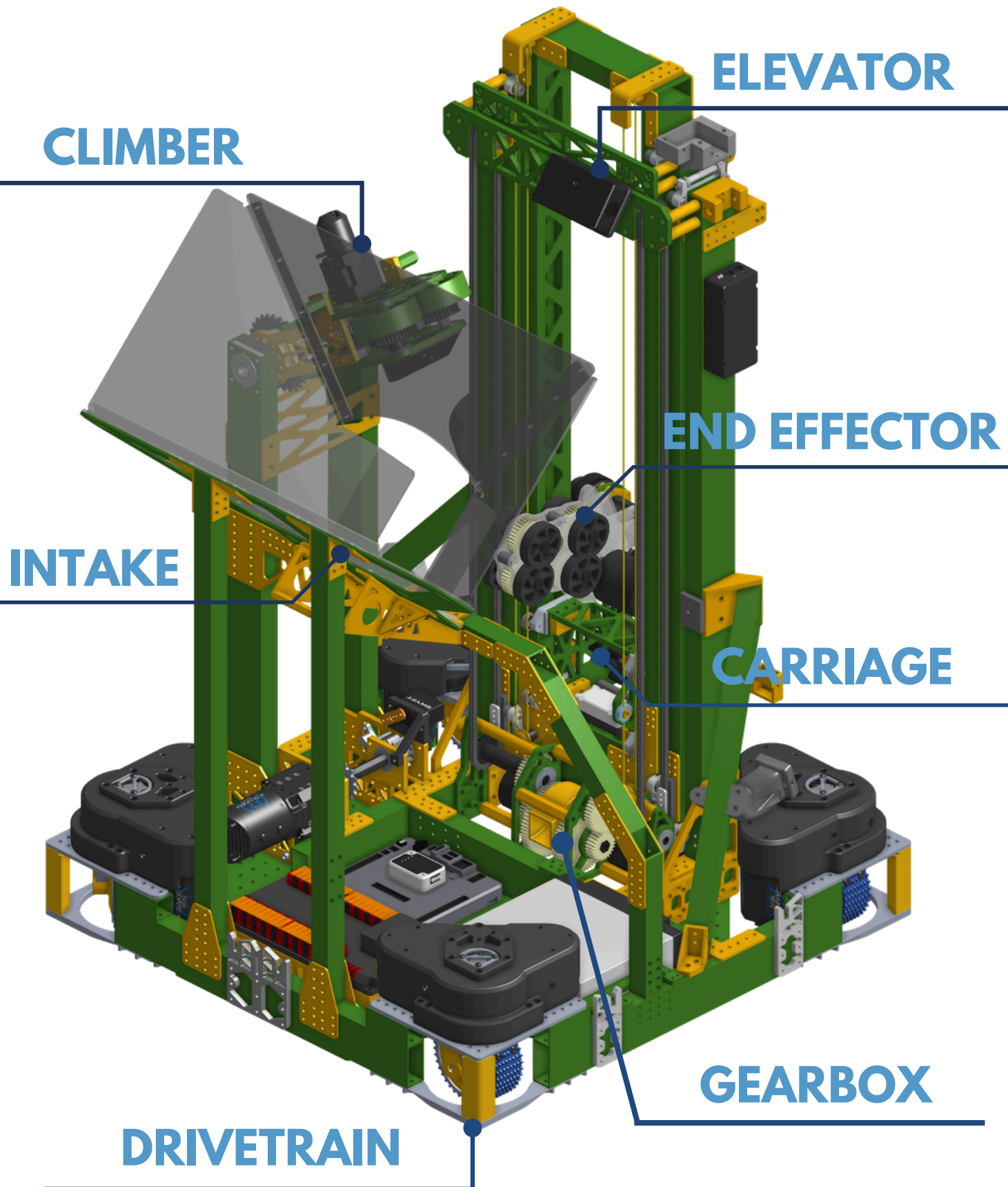
- Ser consistente pontuando em todos os níveis do Recife rapidamente;
- Conseguir remover a Alga do Recife;
- Ser compacto para ser possível passar por dentro do Elevator;
- Conseguir receber perfeitamente os Corais que vêm do Intake;
- Ser muito leve para diminuir o CG e o esforço no pivot.

Climber:

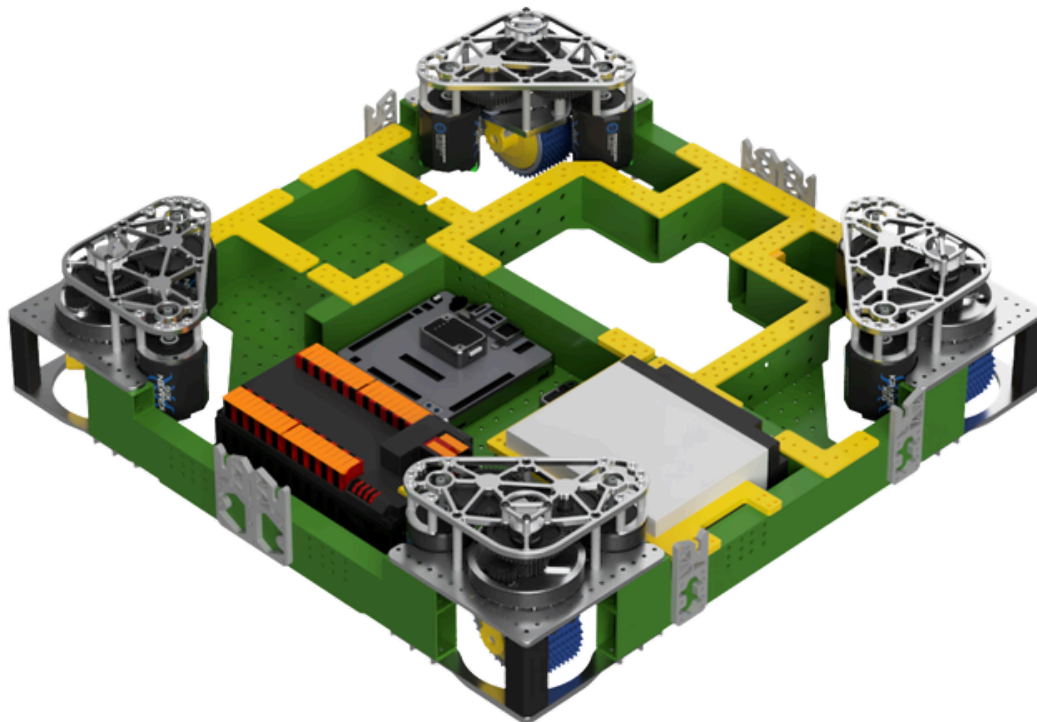
- Robusto, rígido e forte para levantar o robô do chão;
- Conseguir escalar na Gaiola Funda de forma consistente e veloz;
- Conseguir alinhar rapidamente na Gaiola;
- Ter a capacidade de alinhar a Gaiola por dentro do robô entre o Intake e o Elevator.



ULTRALISK



DRIVETRAIN



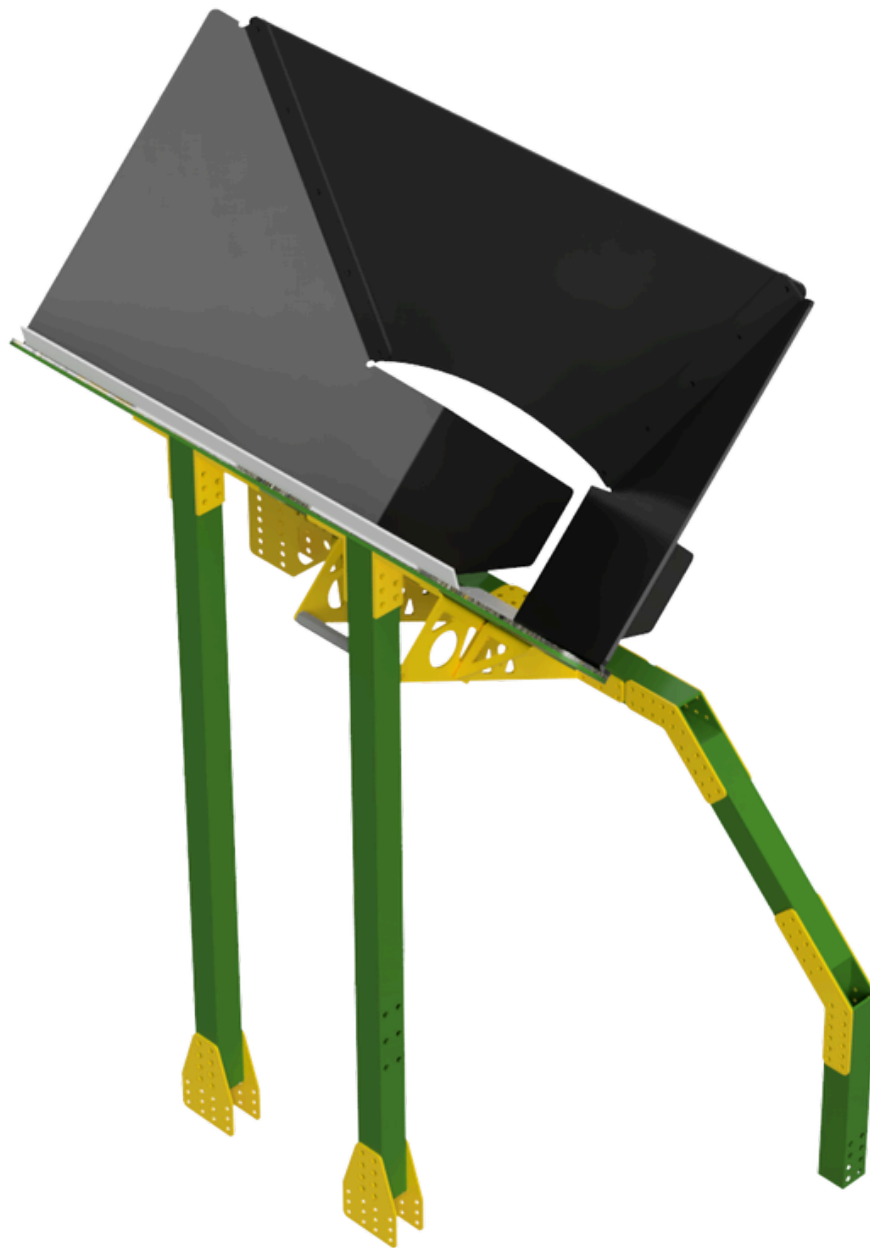
Estrutura:

- Construído com tubos de alumínio de 2" x 1" em um formato quadrangular de 26" x 26" e tubos estruturais para o apoio dos subsistemas do robô;
- Bellypan de 3mm de espessura para acoplar os principais eletrônicos do robô e com um espaço de acesso para a Gearbox do Elevator;
- Tubos de 1" x 1" presos entre o chassi e os Módulos Swerve para reduzir o CG do robô;
- Suporte de encaixe rápido para troca de bumpers, tornando esse um processo mais ágil e prático sem perder a garantia de um bumper bem preso.

SDS MK4i Swerve Modules

- Redução L2 (16.5 ft/s);
- Rodas com hubs de roda impressos em ABS para uma manutenção mais rápida e com threads de TPU para uma maior aderência com o chão da quadra;
- Krakens X60 com controle "Field Oriented" para tração e direção.

INTAKE



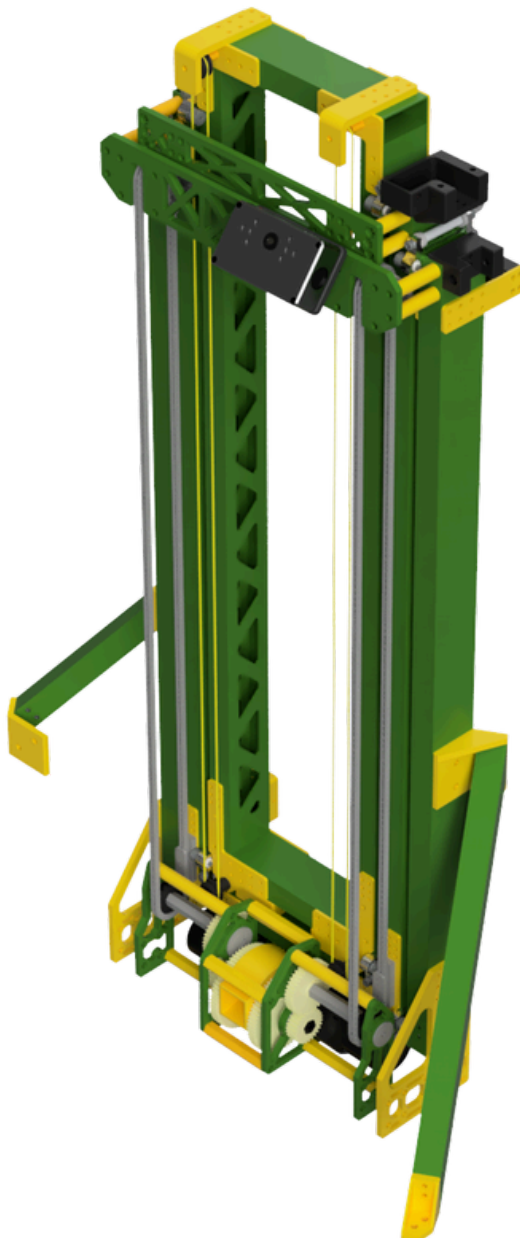
Estrutura:

- Construído com tubos de alumínio 1" x 1" presos no Drivetrain e no Climber para um estrutura mais robusta;
- Gussets de alumínio dobradas para melhorar a rigidez e reduzir peso;
- Rampa angulada em 45° graus feita de chapas de alumínio e policarbonato;
- Paredes de policarbonato dobradas para afunilar as Corais e evitar a perda da mesma após a coleta;
- Formato de funil muito simples para reduzir o peso do mecanismo.

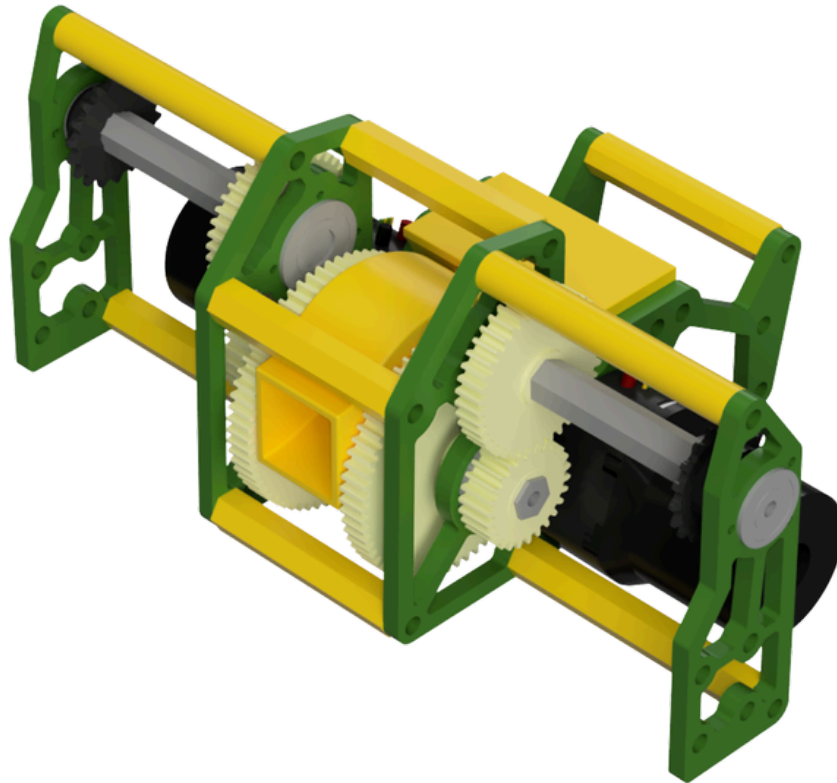
ELEVATOR

Estrutura:

- Construído com tubos de alumínio 2" x 1" com alívios customizados para abaixar o CG e reduzir o peso do robô;
- 3 estágios de elevador para alcançar facilmente os níveis do recife e manter a estabilidade;
- Riggin cascadeado, para maior rigidez estrutural e movimentos mais rápidos e precisos;
- Tub plugs e gussets para o acoplamento do mecanismo no resto do robô;
- Estrutura principal possui treliças acopladas no climber e no Drivetrain para uma maior rigidez;
- Estrutura descentralizada em relação ao meio do Drivetrain, facilitando a pontuação no Recife.



GEARBOX



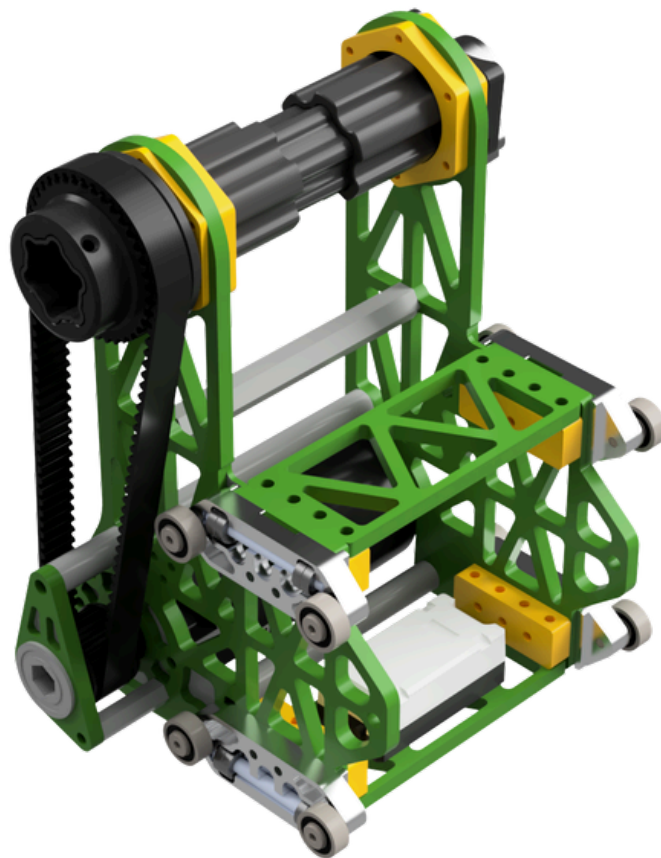
Transmissão:

- 2 NEO Vortex com pinion de 7t no eixo de saída para tracionar a Gearbox;
- Transmissão de engrenagens totalizando uma redução de 14:1;
- Redução que totaliza 0.65 segundos totais de subida.

Estrutura:

- Feito de chapas de alumínio de 0.25" para maior resistência;
- Preso na estrutura interna do chassi e por baixo do elevador;
- Batedor físico com um túnel para a passagem dos cabos.

CARRIAGE



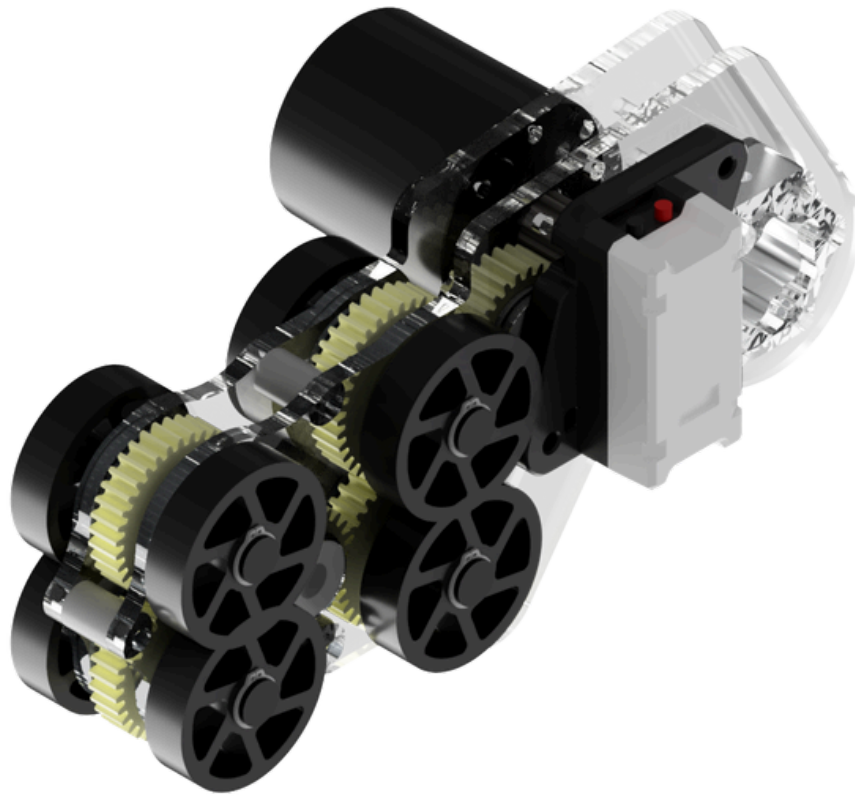
Estrutura:

- Chapas aliviadas baseadas com a ajuda de testes de estresse, para remover possíveis deformidades e, mesmo assim, deixar o sistema simples;
- Blocos de alumínio para prender as chapas umas nas outras.

Transmissão:

- Transmissão feita por polias impressas com hub de metal e belt de 15mm para uma maior rigidez;
- 1 NEO 1.1 motor em uma Max Planetary juntamente com o sistema de polias, totalizando uma redução de 81:1 para movimentar o End Effector;
- Eixo tipo Spline XL para manter uma maior robustez e reduzir o peso do mecanismo.

END EFFECTOR



Estrutura:

- Construído por duas chapas de 6mm de policarbonato para reduzir o peso do mecanismo;
- Peças customizadas para acoplamento no eixo Spline XL da Carriage;
- Formato customizado de chapas para remoção das Algas além do alinhamento e parada das Corais.

Transmissão:

- 4 pares de 2"OD WCP Straight Stretch Wheels para recebimento e pontuação das Corais;
- Motor NEO 1.1 conectado por uma transmissão de engrenagens de 2.57:1 para a rotação das rodas.

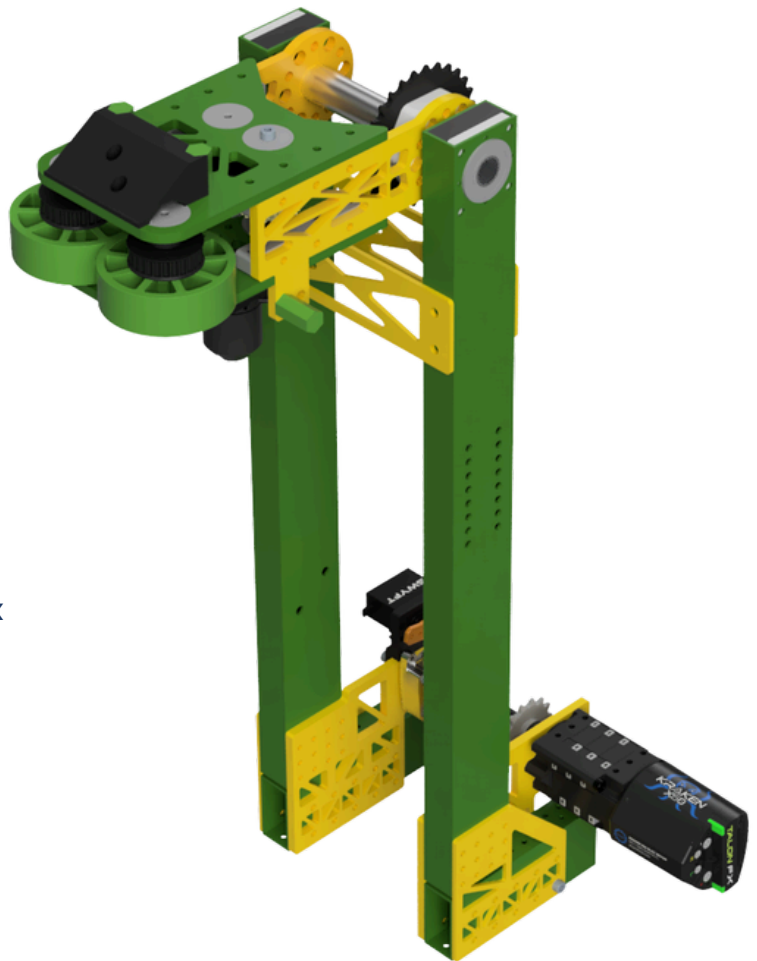
CLIMBER

Estrutura:

- Construído com tubos de alumínio 2" x 1" com alívios customizados;
- Eixo redondo de 0.875" que reduz a chance de torção e aumenta a robustez do mecanismo;
- Gusset acoplador na parte inferior do Climber para reduzir o CG do robô.

Transmissão

- Kraken X60 Motor em uma Max Planetary com redução de 125:1;
- Redução de 2:1 conectada no eixo da planetária para uma redução total de 250:1;
- Trava mecânica com um REV Smart Robot Servo.



Alinhador

- Acoplado no eixo principal;
- Feito de chapas de 0.25";
- Blocos acopladores para a junção das chapas;
- Eixos que se prendem na estrutura da Gaiola Funda;
- 35A Compliant Wheels de 3" OD motorizadas por um NEO 550 em uma Versa Planetary de 10:1;
- Redução de 1.6:1 conectada no eixo da planetária para uma redução total de 16:1.

SENSORES:

MÓDULOS SWERVE

4X CANCoders

- Leitura de rotação de motor mais precisa;
- Auxilia com o PathPlanner.

ENDEFFECTOR

1X Encoder

- Velocidade de motor mais exata;
- Nos auxilia a chegar nas velocidades definidas.

ELEVADOR

2X Encoder interno do Vortex

- Leitura de rotação mais precisa;
- Auxilia na precisão do elevador.

Redução de pontos de falha:

Para minimizar pontos de falha e garantir a confiabilidade do sistema, adotamos as seguintes medidas integradas:

Minimização de Conexões e Emendas

Evitamos múltiplos pontos de contato utilizando cabos contínuos e conectores padrão, reduzindo o uso de adaptadores ou extensões que possam se soltar durante vibrações ou impactos.

Organização e Proteção

Identificamos cada fio e conector digitalmente, para agilizar diagnósticos e reparos, além de agrupar os cabos com braçadeiras ou proteções para mantê-los firmes e protegidos.

Conectores e Fios Adequados

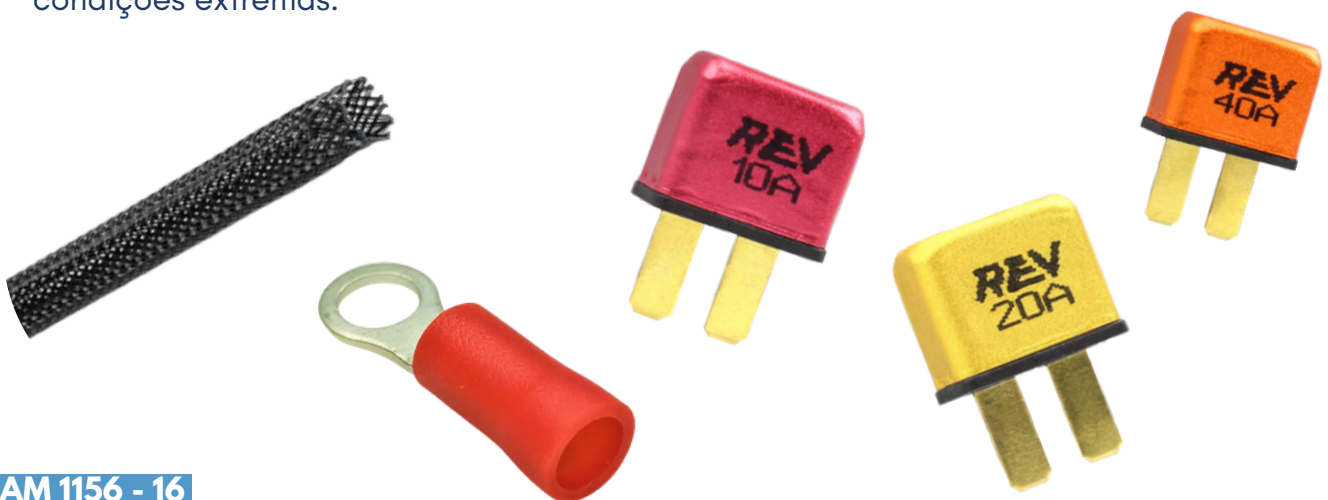
Escolher conectores robustos, que não se soltem facilmente, utilizando fios com terminais corretos para a corrente demandada, evitando aquecimentos e quedas de tensão.

Proteção e Redundância

Adotar fusíveis adequados em cada subsistema, isolando problemas antes que comprometam o resto do circuito.

Testes e Inspeções Periódicas

Realizar verificação de todos os conectores e cabos antes de cada competição. Executar testes de vibração e impacto para avaliar a resistência das conexões sob condições extremas.



AUTÔNOMO

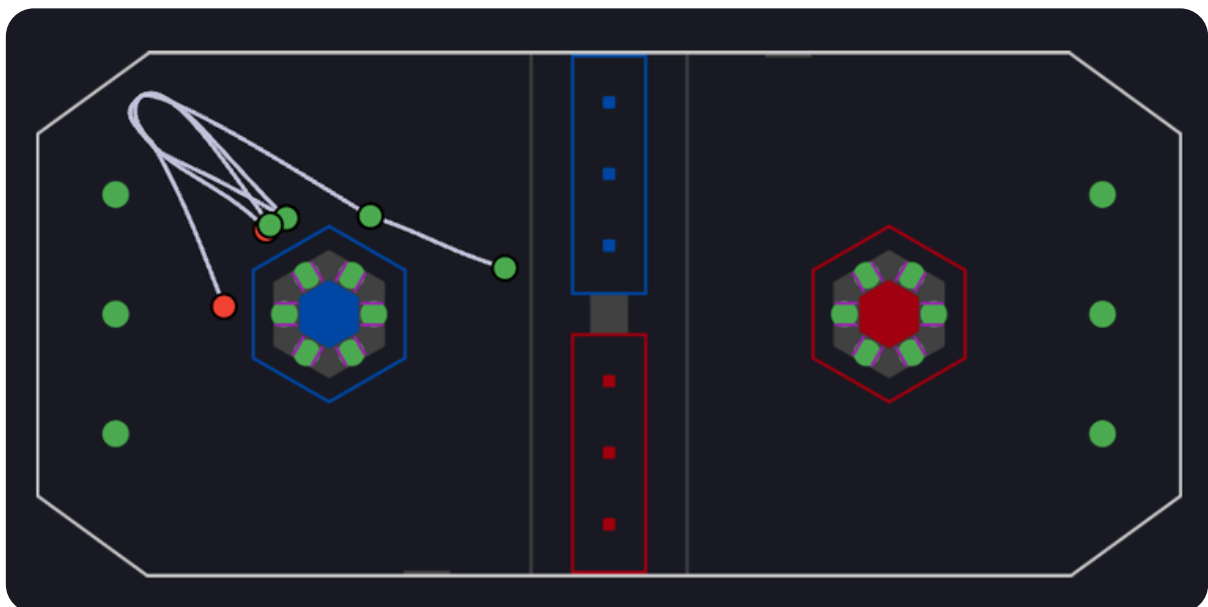
Para nosso autônomo nós utilizamos vários sistemas operacionais, dentre esses sistemas podemos citar:

PathPlanner:

Usamos o **PathPlanner** para geração e **rastreamento de trajetória**. Consiste em uma biblioteca que permite projetar trajetórias, que nada mais são do que uma série de **setpoints** enviados aos módulos de acordo com o rastreamento da trajetória. Trabalhando em conjunto com os controladores **PID** de malha fechada usados nos módulos **Swerve**, tanto para velocidade quanto para **ângulo**, as trajetórias são replicadas na **vida real**.

Odometria:

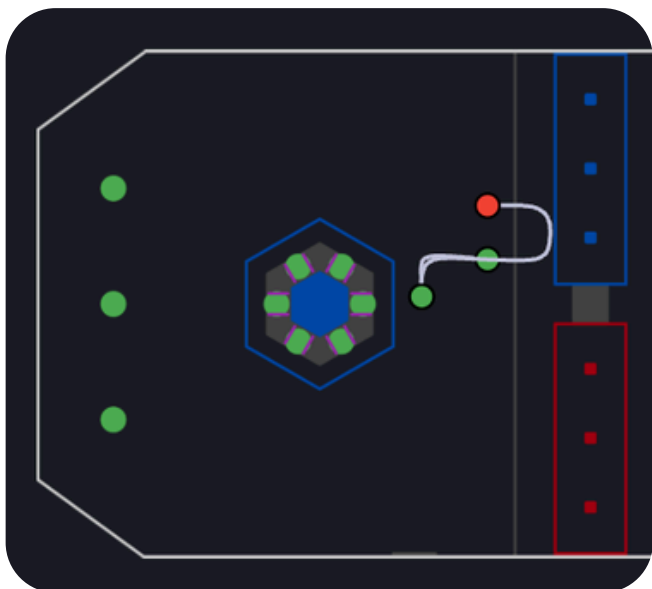
Fazemos uso da **odometria** para termos certeza de que o robô não se perca no caminho traçado no **PathPlanner**. Permite que o robô se localize no campo, o que ajuda a **corrigir erros** repentinos no sistema autônomo. Para melhor **consistência**, implementamos também uma atualização periódica da posição do robô em relação às **AprilTags** detectadas pelas câmeras.



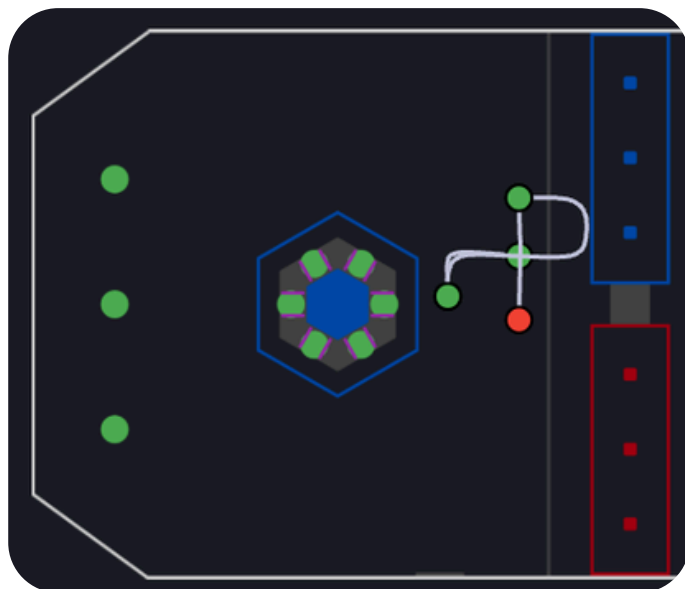
4 Coral Auto (Test)

AUTÔNOMO

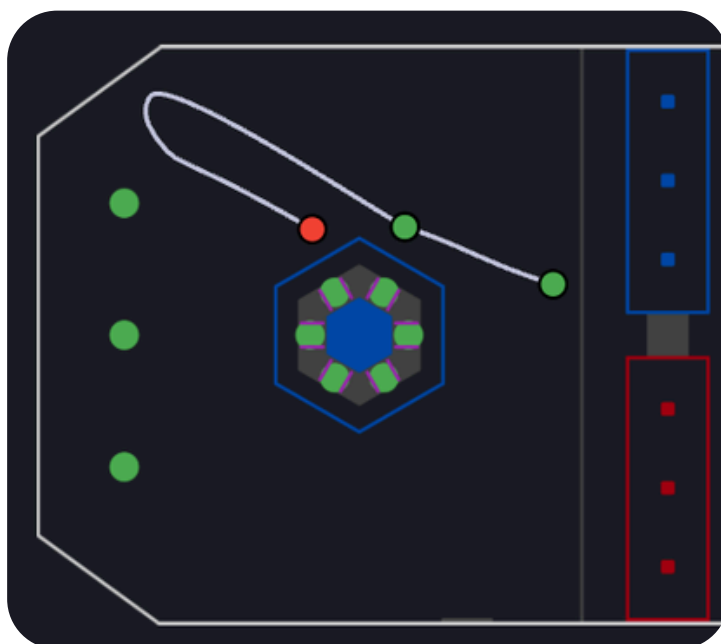
Pontua 1 Coral no L4 e
empurra 1 robô para o RP



Pontua 1 Coral no L4 e
empurra 2 robôs para o RP



Pontua 2 Corais no L4



TELE-OPERADO

Na *FRC*, a precisão na localização do robô é essencial para uma navegação autônoma eficiente. No entanto, fatores como deslizamento das rodas e imprecisões dos encoders podem causar desvios acumulados. Para minimizar esses erros, utilizamos a odometria para estimar continuamente a posição do robô e aplicamos correções periódicas com *AprilTags*, que servem como referência global para o robô, possibilitando algoritmos que utilizam as coordenadas da quadra.

Pose Estimation:

Com este objetivo em mente, utilizamos **4 câmeras** que criam diferentes *pose estimators*, que juntos calculam a pose atual do robô. Dentre eles estão, a **Pose Estimation** de cada Limelight e Arducam, que juntas formam a **MultiPoseEstimation**, ou seja, a posição final para a atualização da odometria.

Câmeras

2X LimeLights **2X** Arducam

Nós utilizamos duas Limelights e duas Arducams para determinar a posição do robô, em relação às AprilTags.



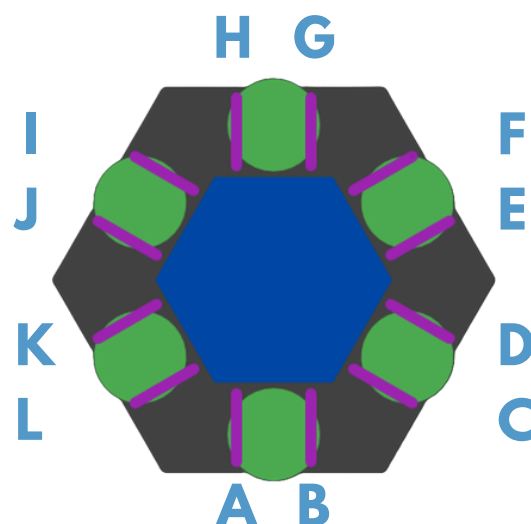
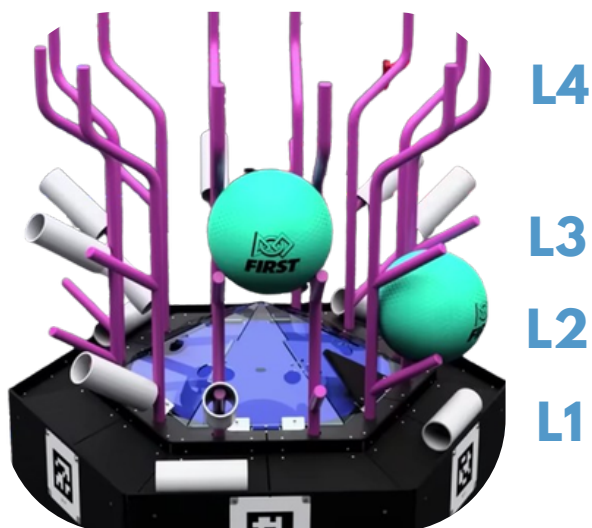
TELE-OPERADO

Auto Align

Nosso **auto-align** funciona com base na **odometria** do swerve, que é constantemente atualizada pelas câmeras do robô. Após a obtenção destes valores, realizamos um controle *PID* da translação do robô, que nos permite **pontuar automaticamente** apenas apertando um botão, sem necessidade de controlar manualmente a tração.

Teclado PDV:

Esse controle é feito por um **teclado PDV personalizado** que contém todas as ramificações facilitando para o *driver*, apenas precisando apertar na ramificação desejada e pontuando



Estimação de Pose do Recife

Objetivo:

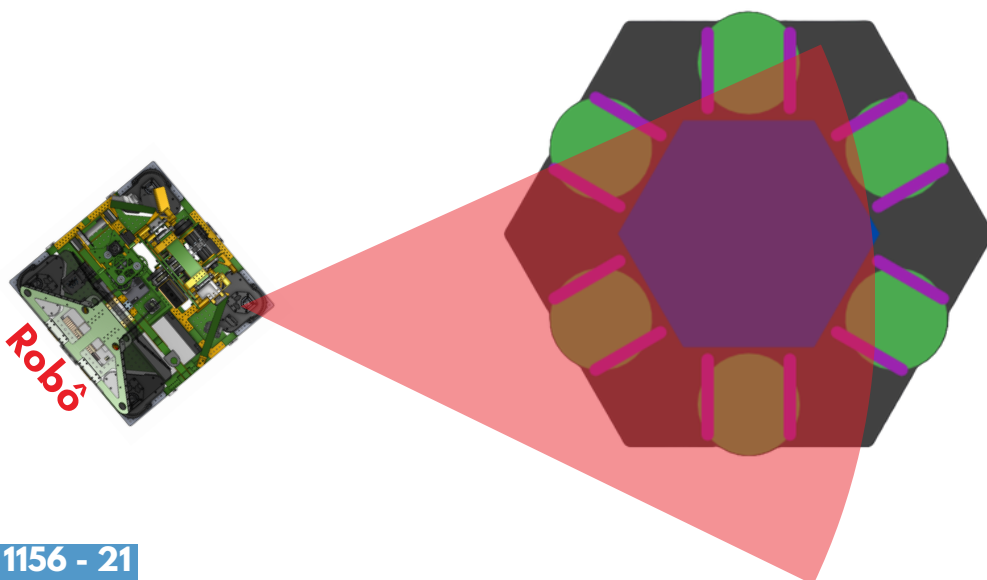
Com o objetivo de tornar o **Auto Align** o mais eficiente possível, criamos um sistema de **Pose Estimator** específico ao auto align com o recife, que utiliza a câmera contrária a ramificação selecionada, detectando apenas a **April Tag** mais próxima.

Funcionamento:

Essa lógica funciona deste maneira, devido a posição da *April Tag*, que se localiza no centro do recife. Então quando o robô está em uma ramificação da esquerda, deveríamos usar a Arducam da direita. Sendo assim, invertidamente.

Motivo:

Fazemos desta maneira, pois após várias análises, percebemos que se utilizássemos o *MultiCameraPoseEstimation* o erro seria maior. Por causa da atualização de posição feita por meio de câmeras que estariam lendo *targets* piores, diminuindo a chance de pontuação da coral.



Swerve

CTRE Project Generator

Alta performance com Swerve API:

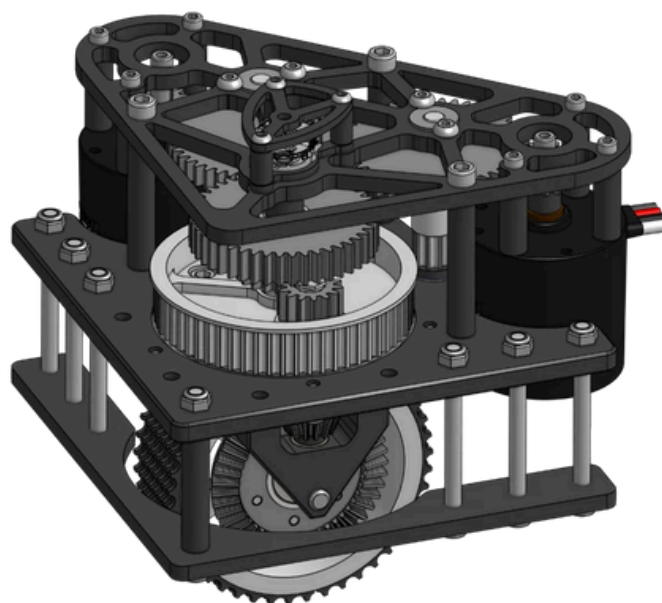
A API do Swerve oferece controle preciso e eficiente, com odometria compensada por latência, melhorando a movimentação do robô.

Odometria a 250 Hz:

A odometria com atualização a **250 Hz** proporciona maior precisão e consistência nos cálculos de posição, essencial para um controle estável.

Suporte para dados e logs em tempo real:

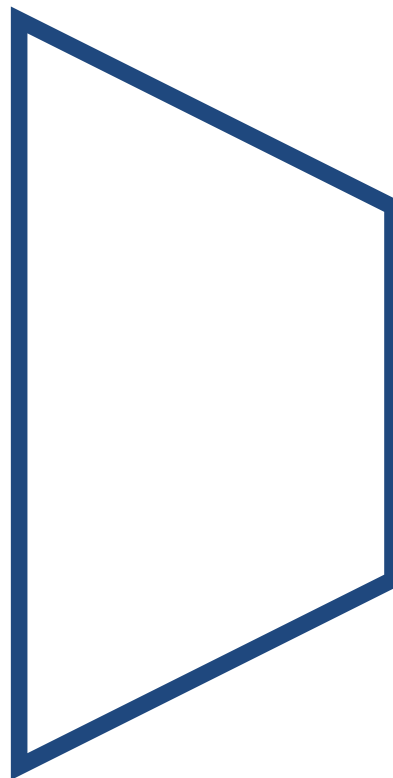
A captura de sinais de status com carimbos de tempo permite uma análise detalhada do desempenho do robô, facilitando ajustes e melhorias contínuas.



Trapezoidal Control

Visando maior precisão na movimentação dos mecanismos giratórios, adicionamos um **controle trapezoidal**. Isso leva em consideração diversos aspectos mecânicos dos sistemas de admissão e braço disparador para limitar a velocidade de movimento, **evitando oscilações** no controle do sistema.

O controle trapezoidal cria uma série de setpoints de posição que são enviados ao *PID* interno do SparkMAX, atingindo a posição desejada.



Swerve Control

Para adquirir o **maior nível de desempenho** durante a movimentação do robô, são utilizados no seu controle diversos **algoritmos** de auxílio, como o auto-align, que consegue ir automaticamente para qualquer lugar da quadra, evitando obstáculos. PID de controle de orientação: nos permitindo manter constantemente a orientação do robô relativa ao joystick do driver, **evitando desvios** de orientação indesejados.

TELE-OPERADO

Data Logging

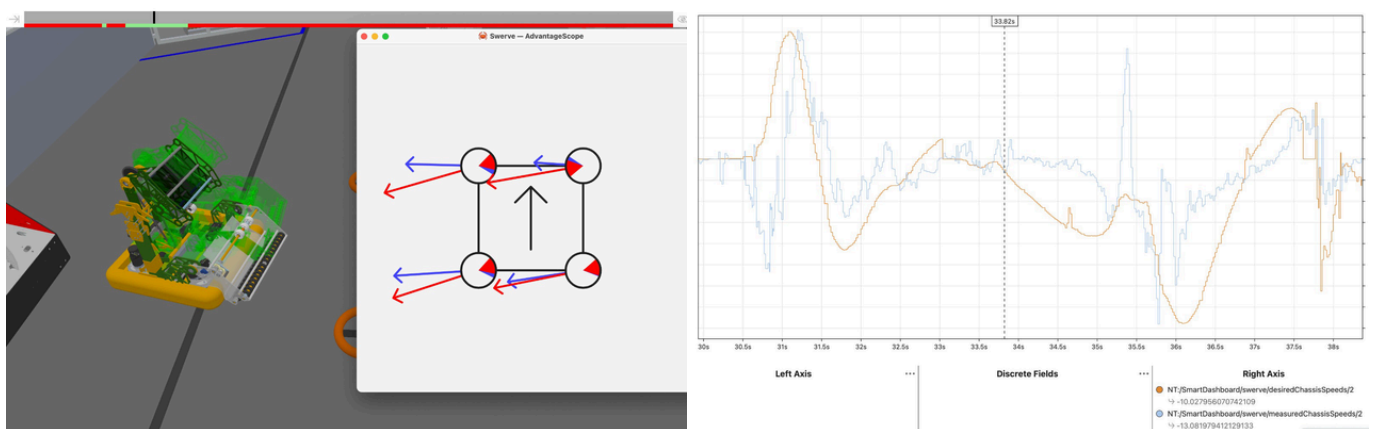
Depuração inteligente, rápida e eficiente é essencial para uma programação robusta. Com essa prioridade em mente, implementamos o sistema de **log do WPILib**.

Como nosso código é eficientemente organizado com interfaces, podemos **registrar** os mesmos dados, mesmo de motores diferentes, com apenas **uma linha de código**.

Advantage Scope

Com os logs gerados pela classe *DataLogManager* do *WPI*, agora podemos **visualizar** esses dados dinamicamente em outra ferramenta implementada, o **AdvantageScope**.

Ele nos permite **visualizar** vários tipos de dados, como **odometria**, **estados** e **trajetórias** de forma simples. Isso eleva nossa capacidade de **depuração** para o próximo nível.







23

ANOS DE
inspiração