



universidade
de aveiro

Reconversão da Plataforma Robuter num AGV com Guiamento Visual

Dissertação de Mestrado em Engenharia de Automação Industrial

Bruno Carvalho Vieira

bruno.v@ua.pt

Orientador: Prof. Doutor Vítor Manuel Ferreira dos Santos

Aveiro, 21 de Julho de 2017



PLANO DA APRESENTAÇÃO

1. Introdução

Enquadramento

Robuter II

Objetivos & Motivação

2. Solução Proposta

Levantamento da plataforma

Arquitetura proposta

Hardware e Software

3. Desenvolvimento

Intervenção Elétrica / Mecânica

Programação

Sistema manual

Sistema autónomo

4. Resultados e Conclusões

Aferição trajetórias

Integração com manipulador industrial

Demonstração

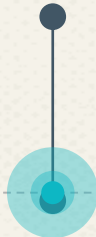
Conclusões

Trabalho Futuro





Introdução



Desenvolvimento



Solução
Proposta



Resultados e
Conclusões



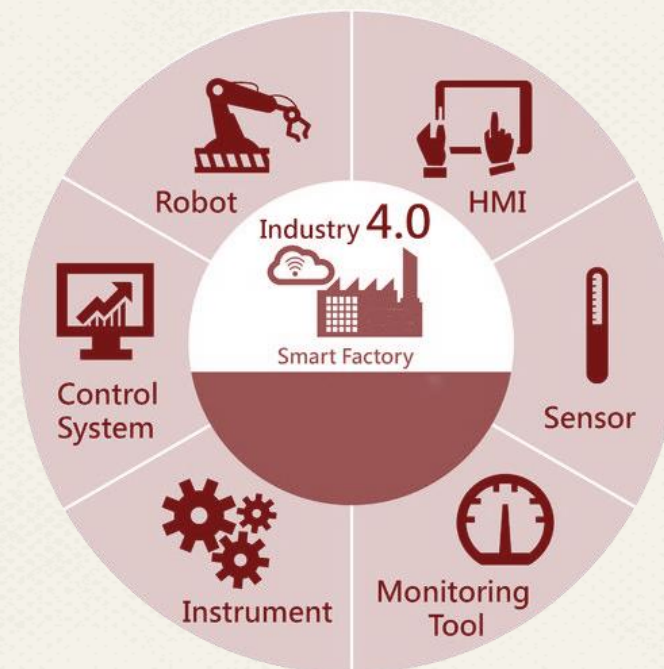
INTRODUÇÃO





ENQUADRAMENTO

- As exigências do mercado estão a crescer exponencialmente
- Sistematização de tarefas: transporte de material
- AGV (Veículo Guiado Autonomamente) - transporte
- Integração das tarefas com tipo de Indústria 4.0





OBJETIVO

O objetivo principal é o ***retrofitting*** da plataforma Robuter.



Retrofitting: adição de nova tecnologia ou características a um equipamento antigo



ROBUTER II

Dimensões (c, l, a)	102.5 x 68 x 44 cm
Peso	150 kg
Carga/Payload	até 120 kg
Velocidade	até 1 m/s
4 Baterias de chumbo	12V 60Ah
2 Motores	DC 300W 48V
Controlo	Diferencial
Posicionamento	Encoders óticos < 1mm
Sistema Operativo	ALBATROS
Programação	Controlo com mensagens ASCII via modem ou linguagem C



Robuter II



OBJETIVOS

- Reestruturação da instalação elétrica
- Melhoramentos mecânicos inerentes
- Substituição da unidade de controlo dos motores
- Implementação de uma arquitetura distribuída
- Instalação de unidades de visão para prova de conceito em navegação autónoma



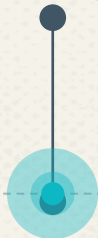


MOTIVAÇÃO

- Tema que segue a demanda do mercado
- Re-aproveitamento de um equipamento robusto, mas obsoleto
- Contribuição para o LAR
- Possibilidade de expansão



Introdução



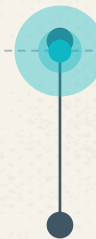
Desenvolvimento



Solução
Proposta



Resultados e
Conclusões

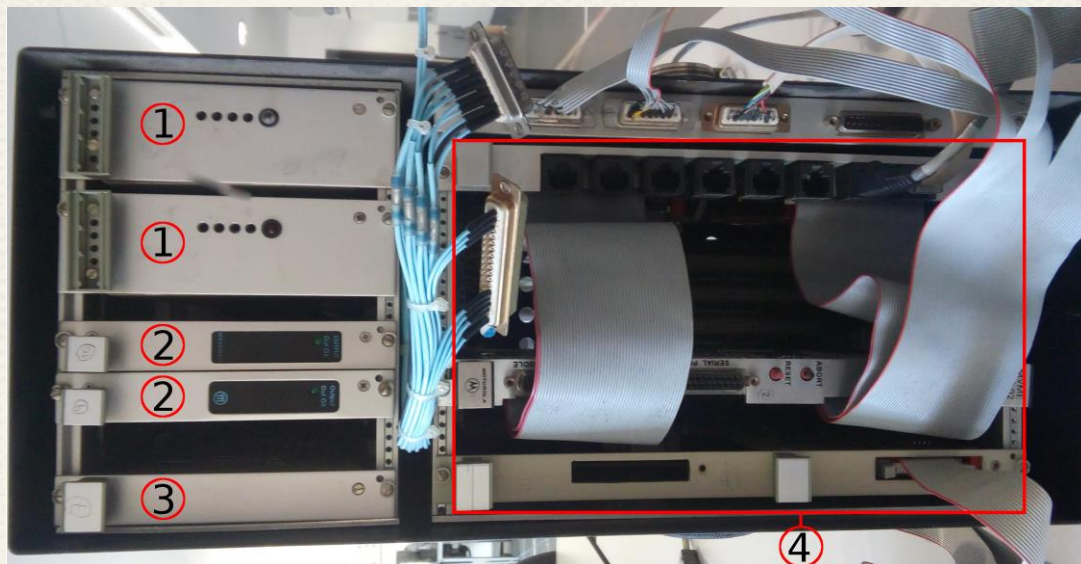


SOLUÇÃO PROPOSTA

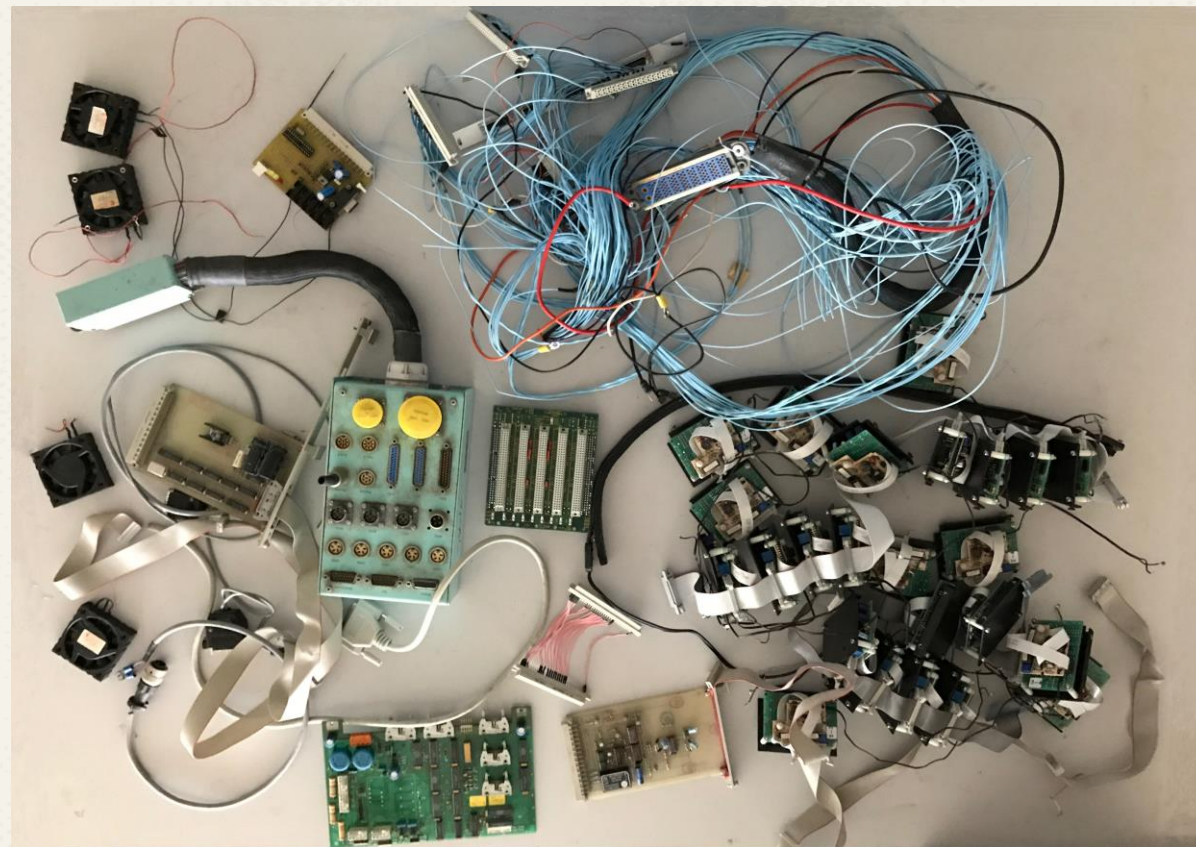




LEVANTAMENTO DA PLATAFORMA



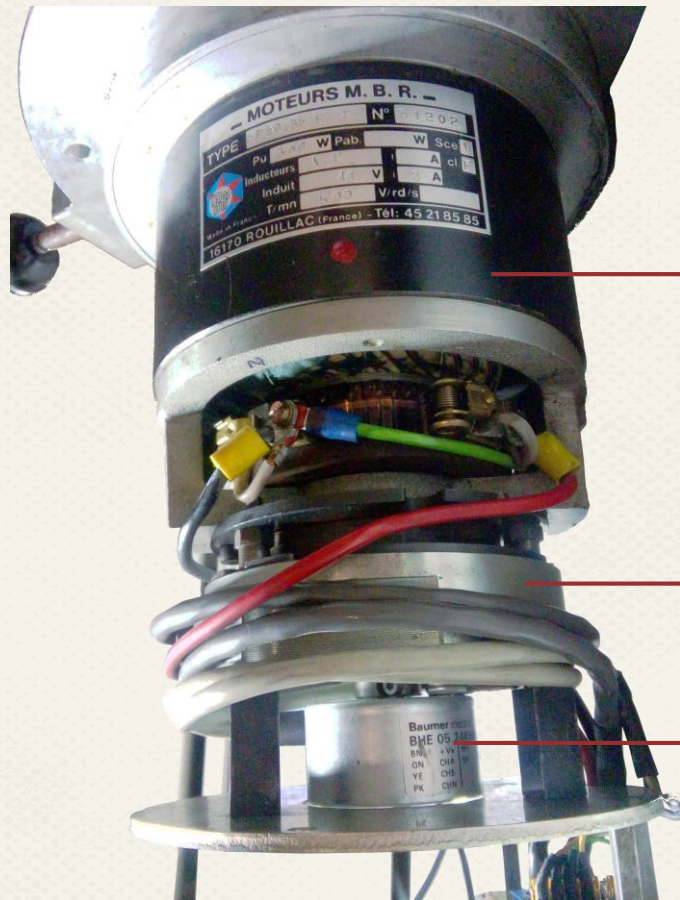
1. Drives Motores DC
2. Conversores DC-DC
3. Módulo de segurança
4. CPU



Componentes retirados



LEVANTAMENTO DA PLATAFORMA



Motor

Travão

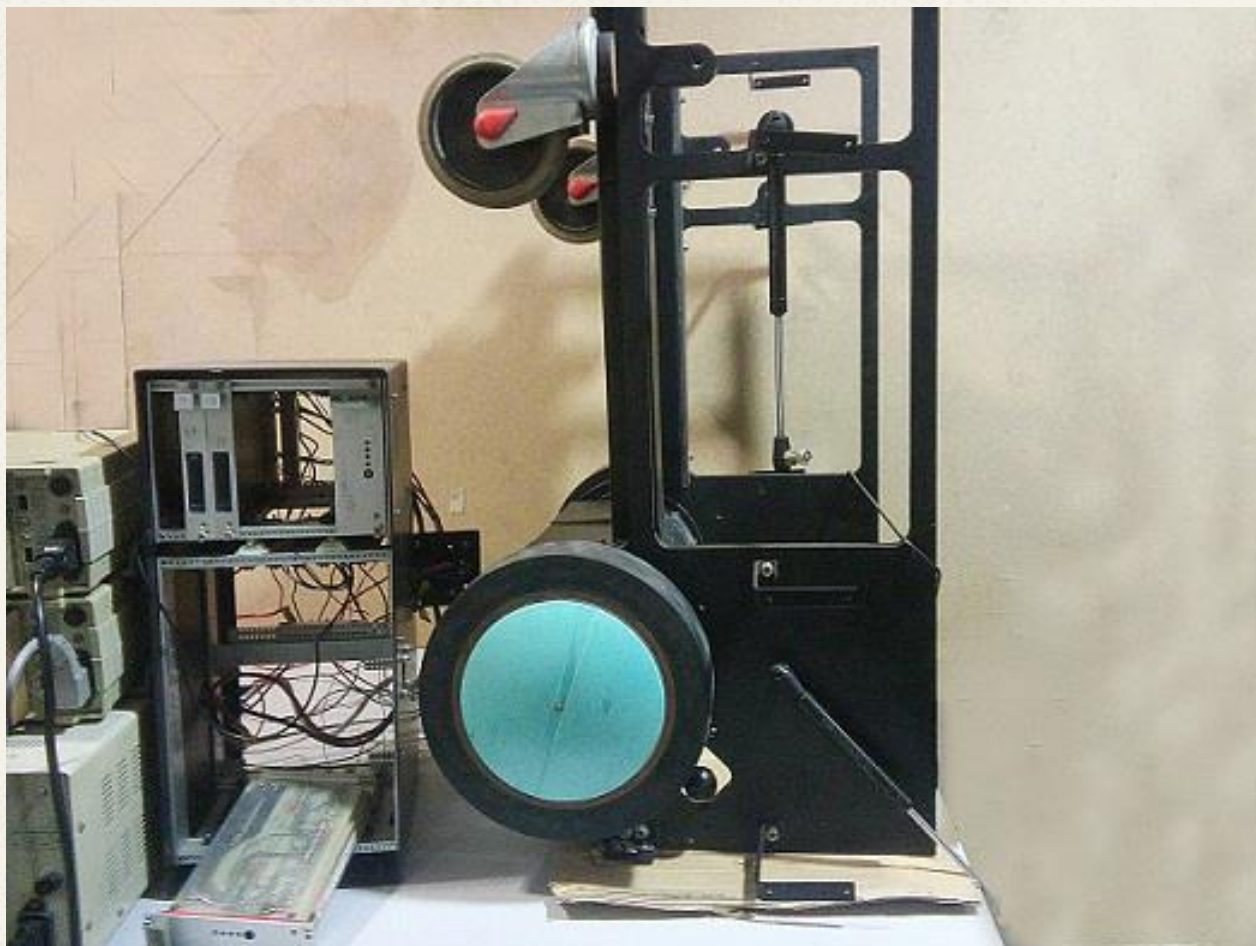
Encoder



Conector central



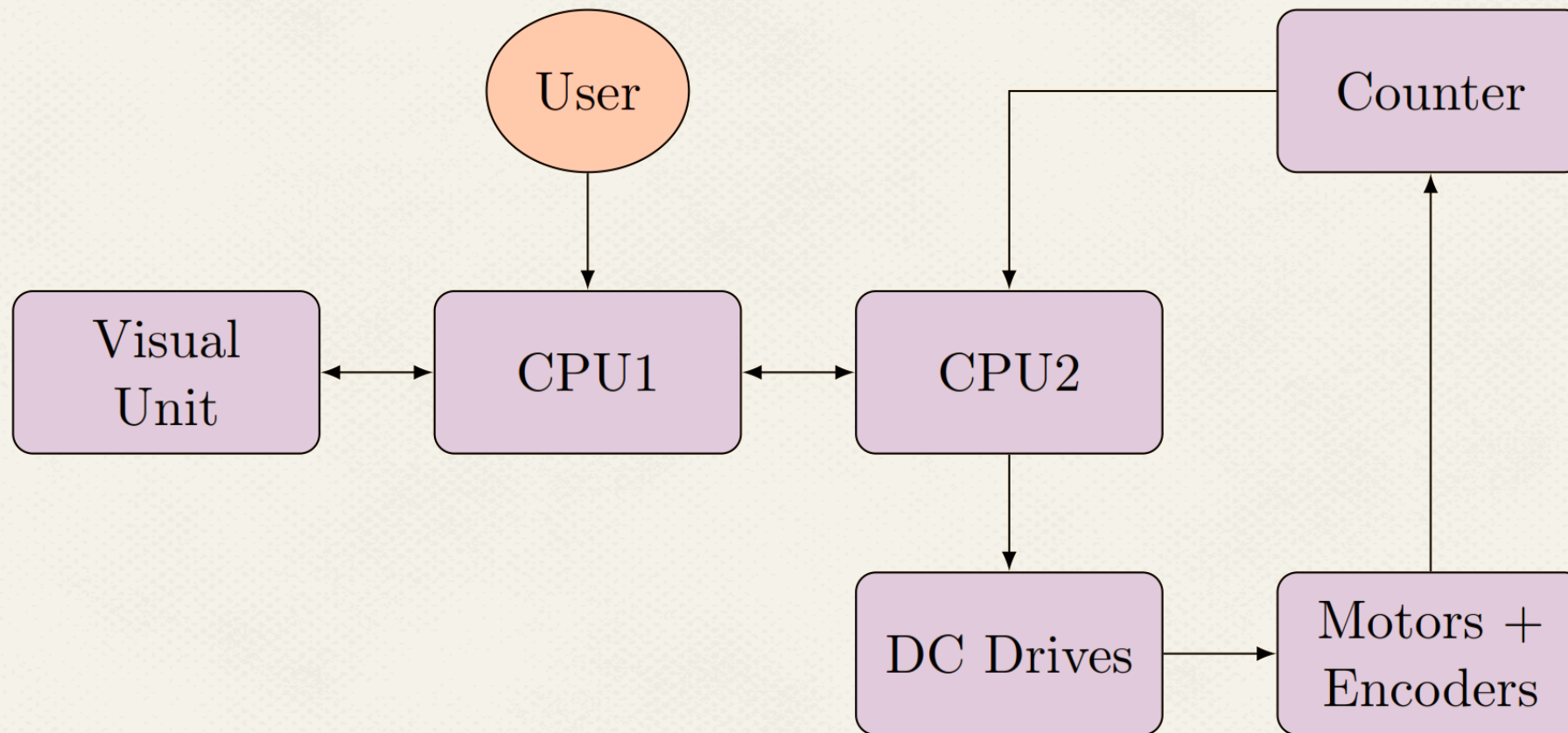
SETUP INICIAL



- Conversores DC-DC
- Fonte DC
- Motores



ARQUITETURA PROPOSTA



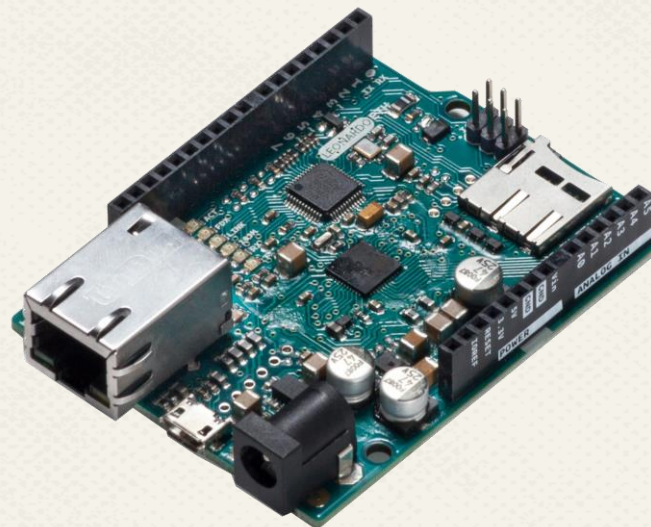


HARDWARE UTILIZADO



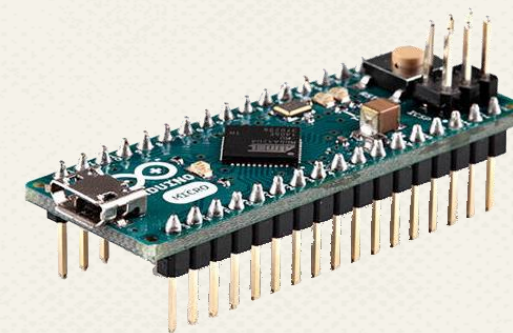
CPU1

- **Mini-PC MSI Cubi 2**
Unidade principal
ROS
Processamento de imagem



CPU2

- **Arduino Leonardo ETH**
Controlar motores
Atuar travões
Outros IO's (bumper, etc)



Counter
/ CPU3

- **Arduino Micro**
Adquirir e enviar sinais
dos encoders



HARDWARE UTILIZADO



Unidades
Visuais

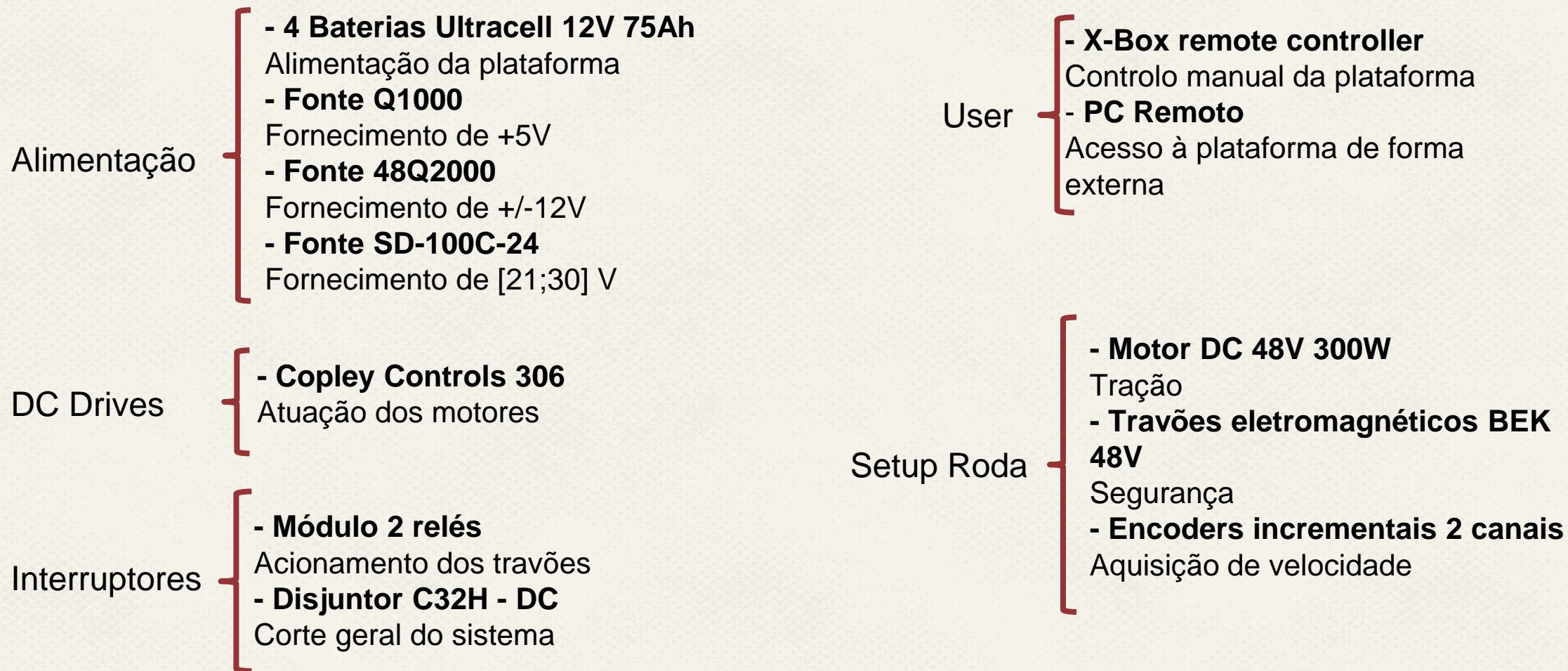
- **FLEA 3 GigE, modelo GE-28S4C-C**
Aquisição de imagem
- **Pan-Tilt Unit FLIR PTU-D46**
Movimentação da câmara,
dois graus de liberdade

Network

- **Router Asus AC750 RT-AC51U**
Criação de uma rede
- **Switch D-Link DGS-108 Gigabit**
Adição de portas ETH
(expansão da rede)



HARDWARE UTILIZADO





SOFTWARE / BIBLIOTECAS

ROS

- Framework de software robótico
- Ferramentas / Bibliotecas
- Fácil integração de código
- Open-source
- Comunidade ativa crescente
- Programação em C++ e Python

Sistema Operativo CPU1



Biblioteca processamento
imagem





Introdução



Desenvolvimento



Solução
Proposta



Resultados e
Conclusões

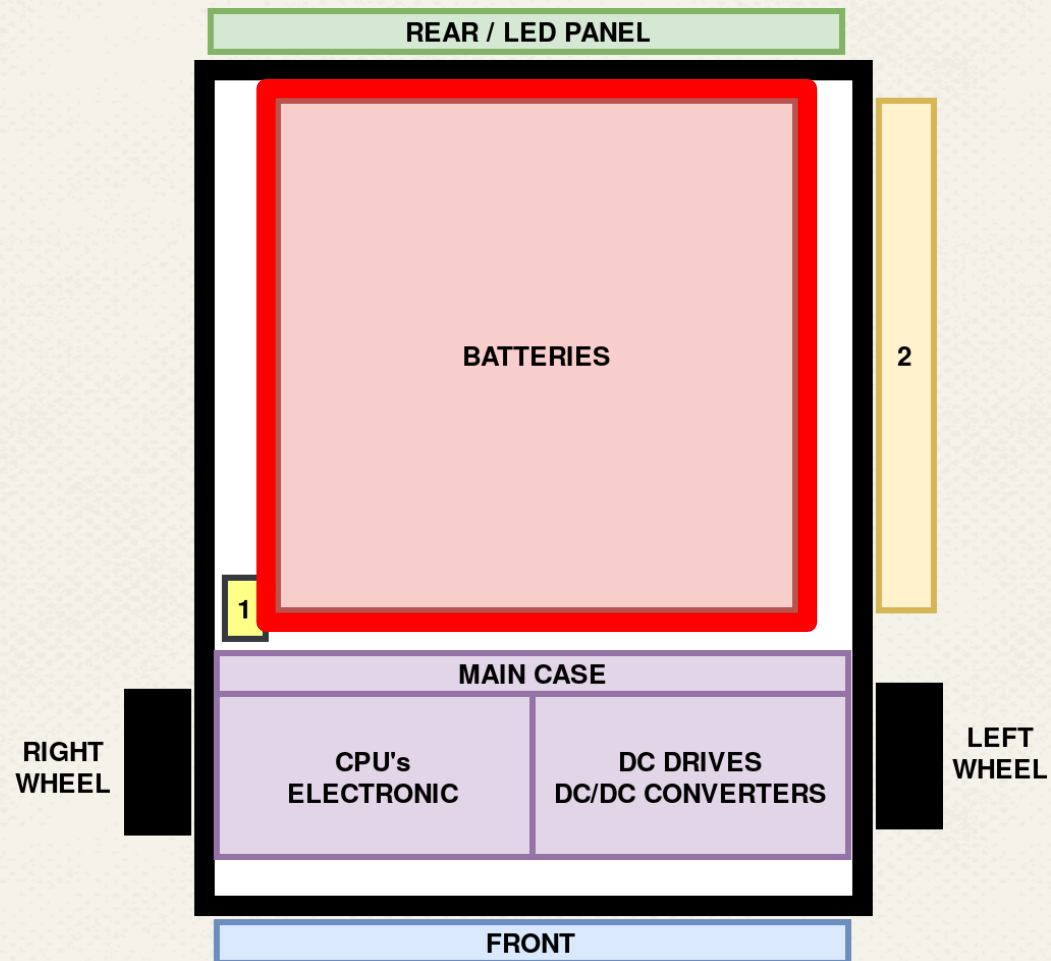


DESENVOLVIMENTO





INTERVENÇÃO ELÉTRICA E MECÂNICA

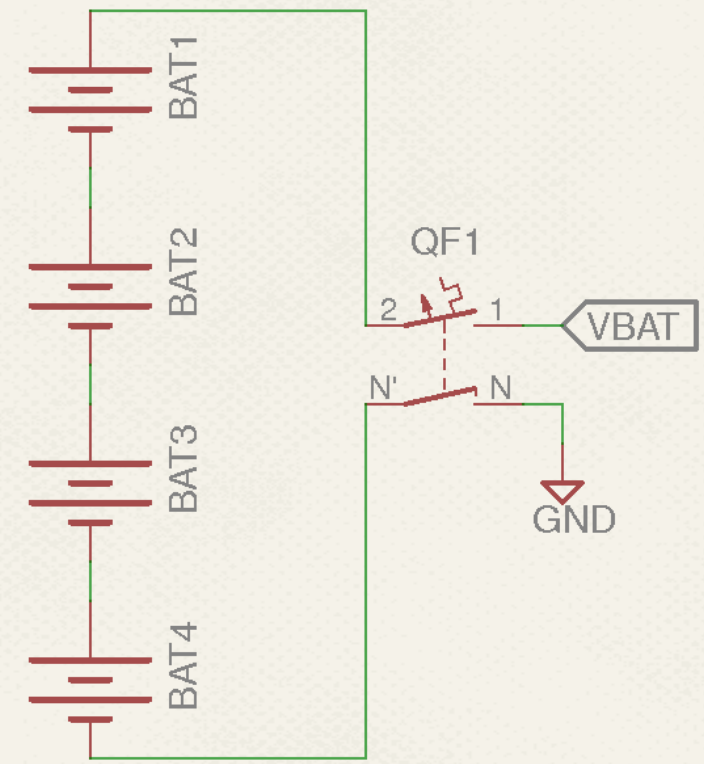
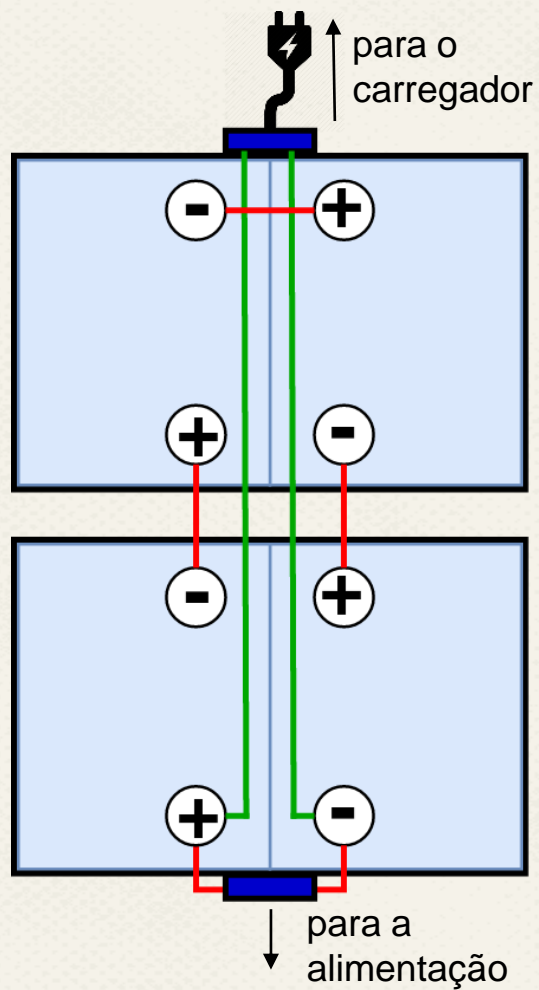




BATERIAS

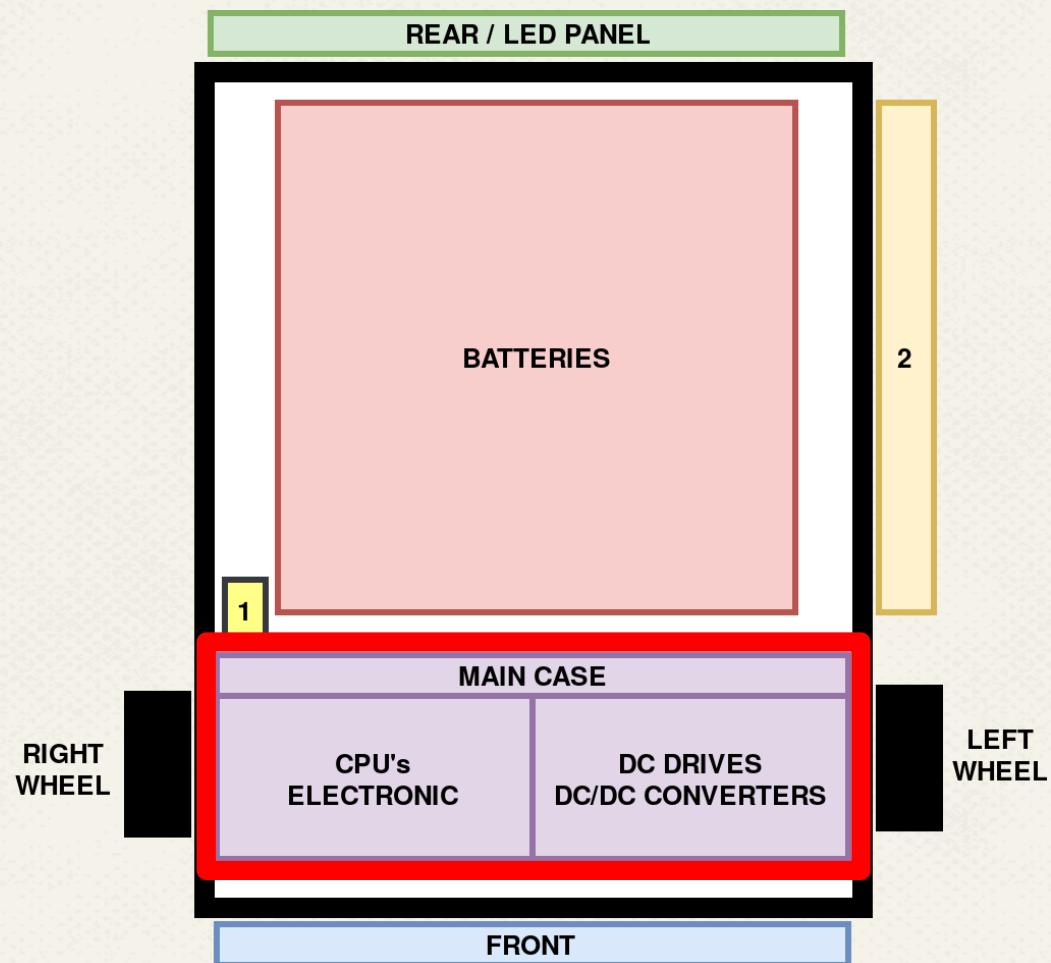


conector para a alimentação



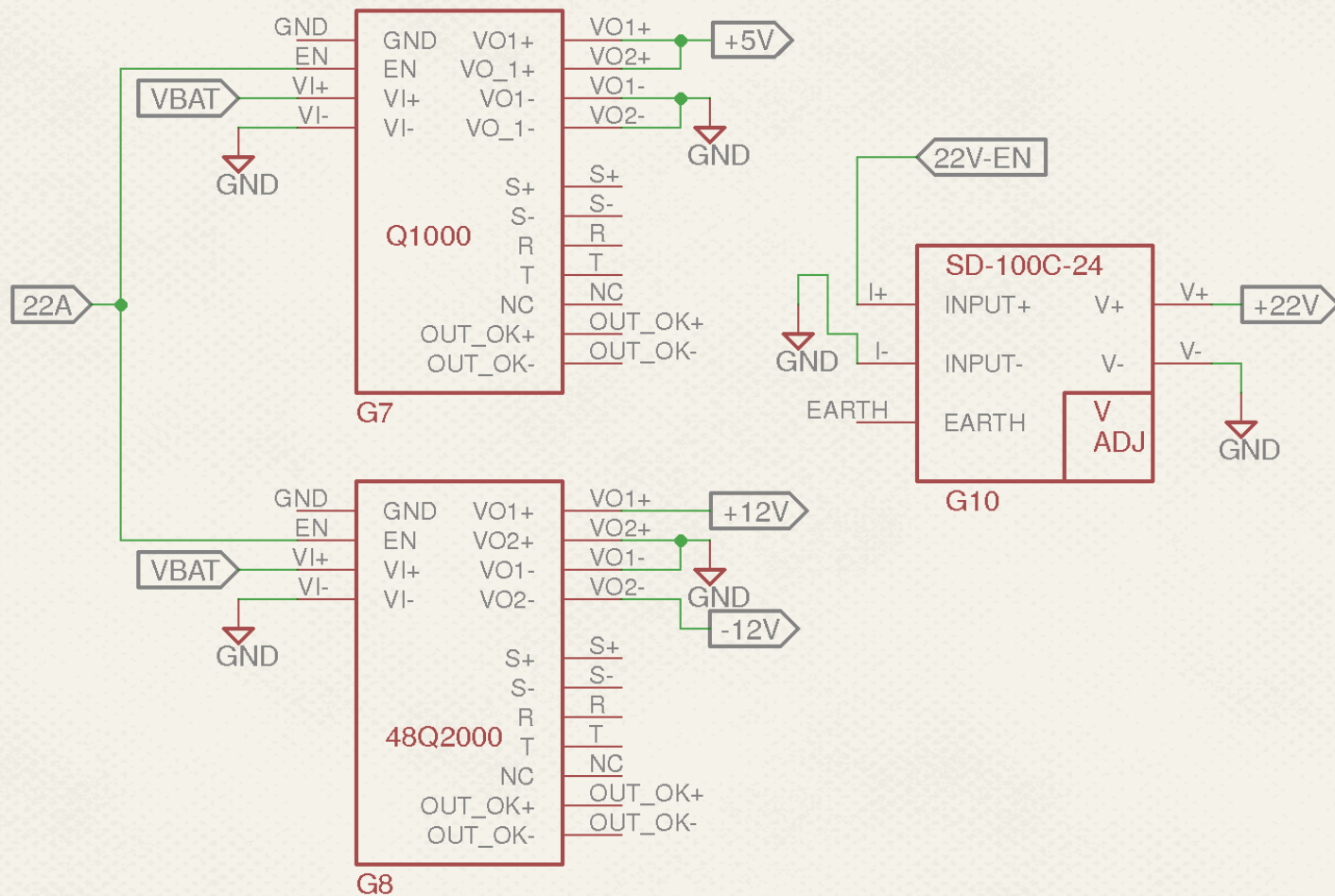


INTERVENÇÃO ELÉTRICA E MECÂNICA





NÍVEIS DE TENSÃO



- **+48 V** (Alimentação geral)
- **+22 V** (CPU1)
- **+12 V** (CPU2, Camera, PTU, etc)
- **+5 V** (Encoders, CPU3)
- **-12 V** (Ref. p/ conversor de sinal)



DRIVES MOTORES DC



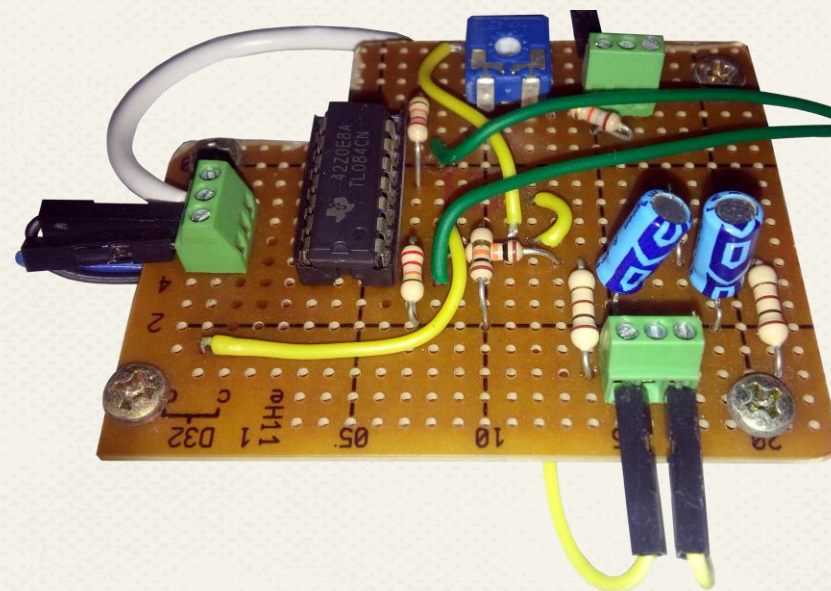
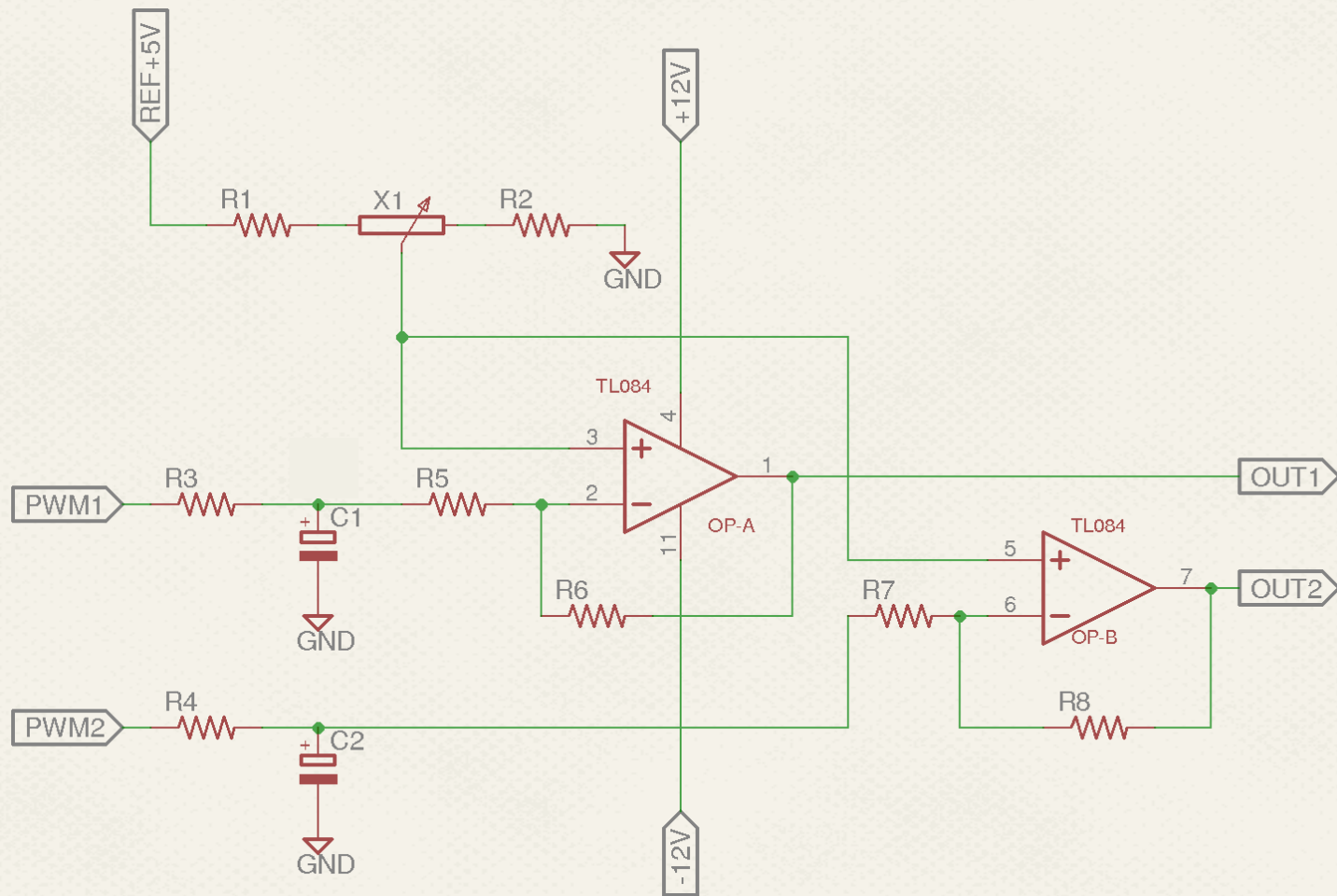
Original: Sinal PWM [0;5] V + sinal de direção de rotação

Modificada: Tensão analógica [-5; 5] V

Reparação da ligação entre a PCB



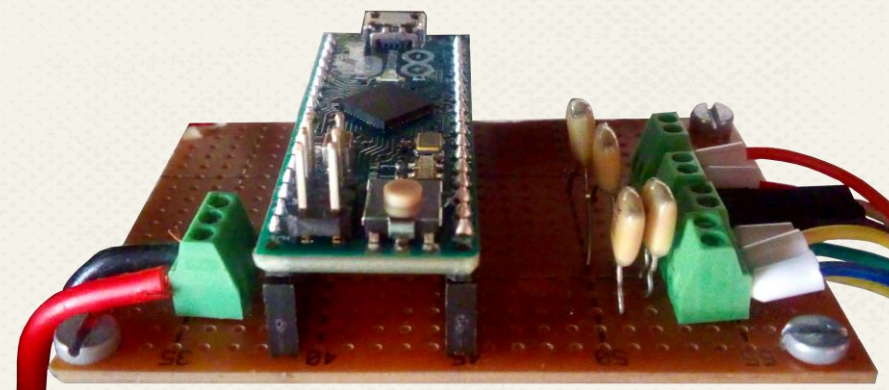
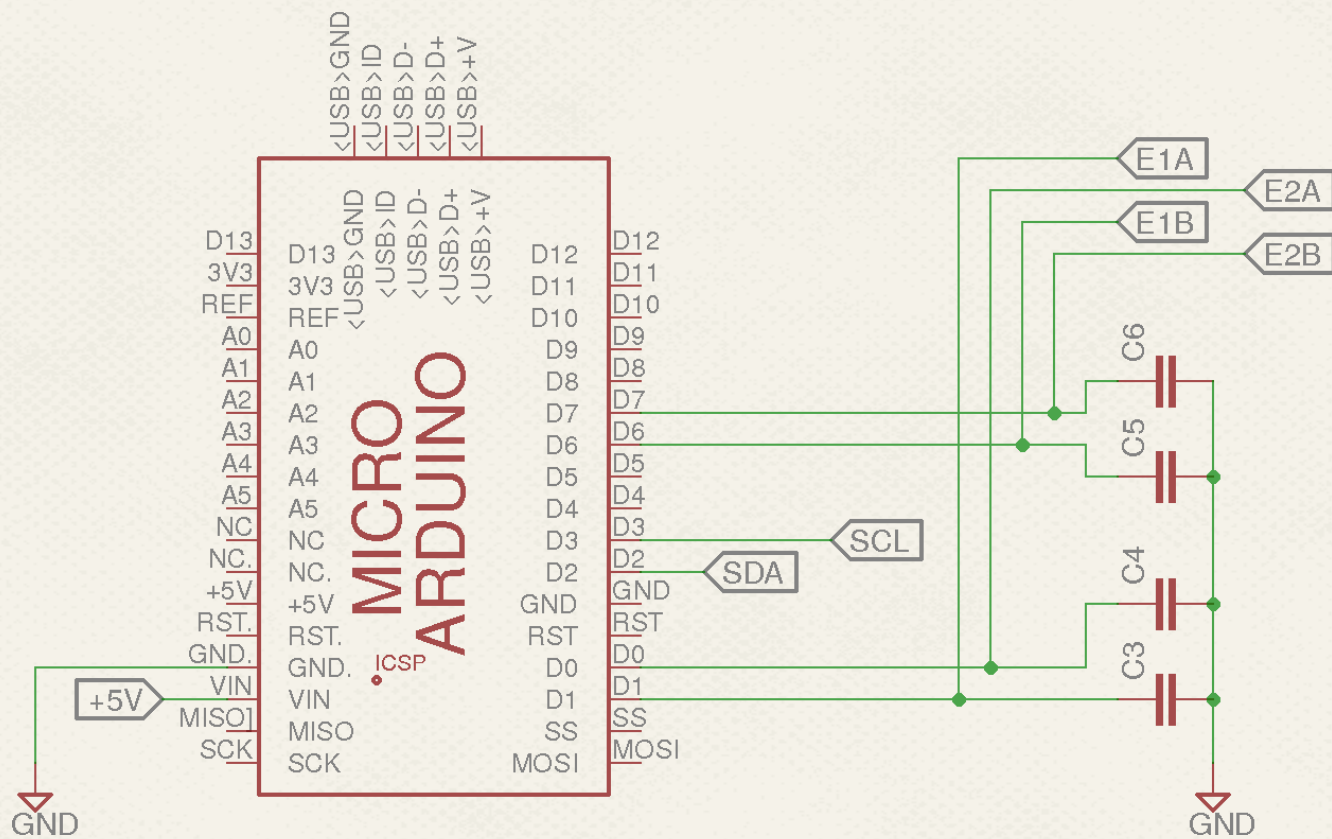
CONVERSOR DE SINAL



PWM [0;5] V → Analógico [-5;5] V



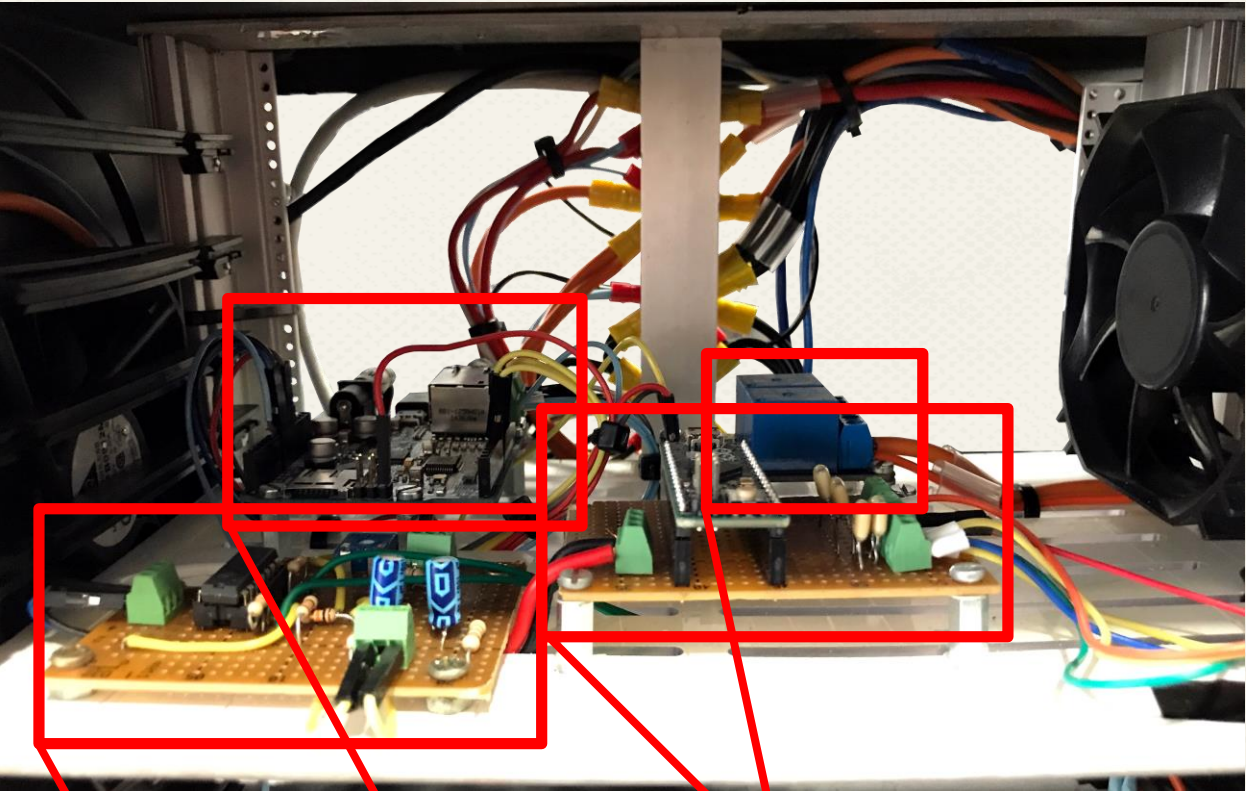
CIRCUITO CPU3



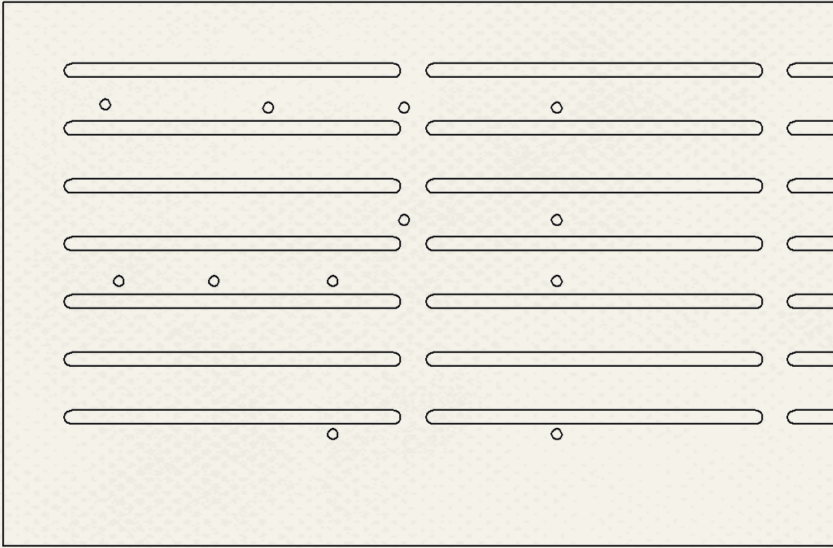
Utilizado p/ leitura de encoders



FIXAÇÃO DOS CIRCUITOS



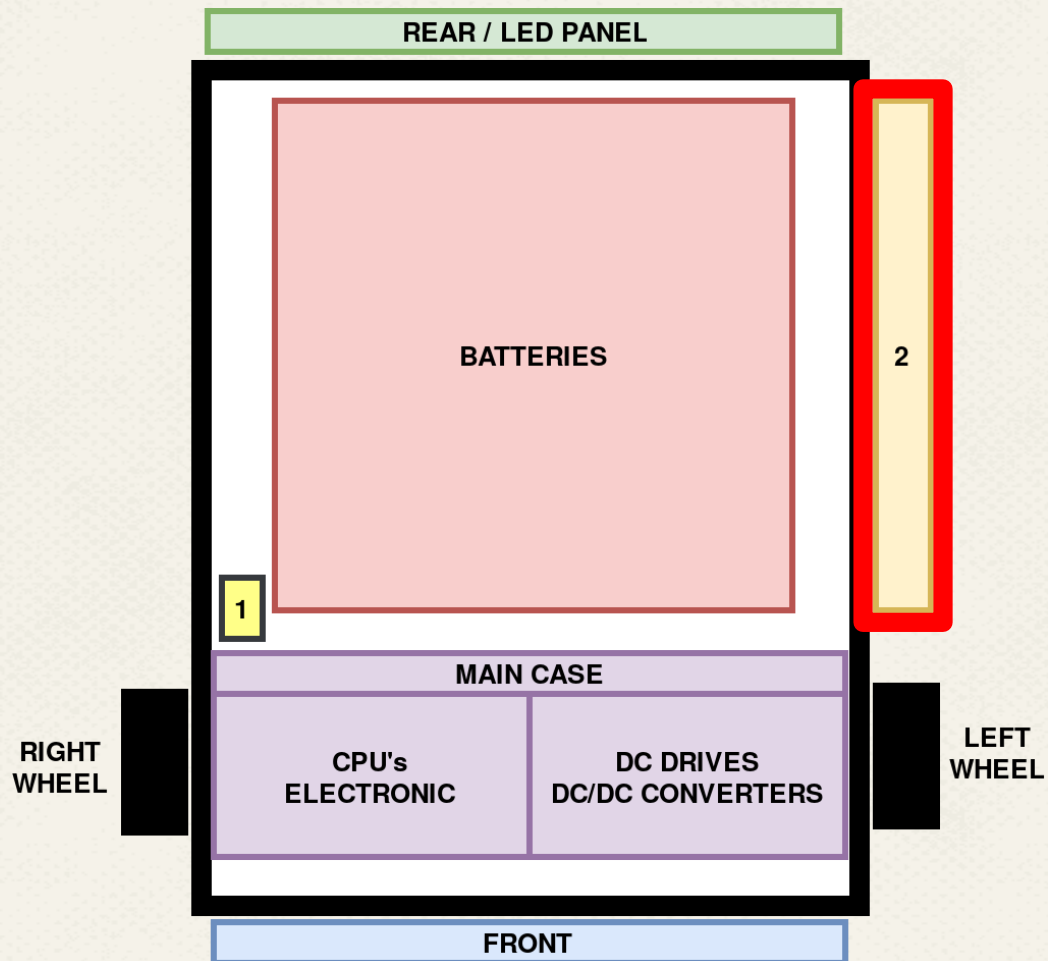
Conversor de sinal
CPU2 – Ard. Leonardo
CPU3 – Arduíno
CPU4 – Arduíno



Placa de policarbonato

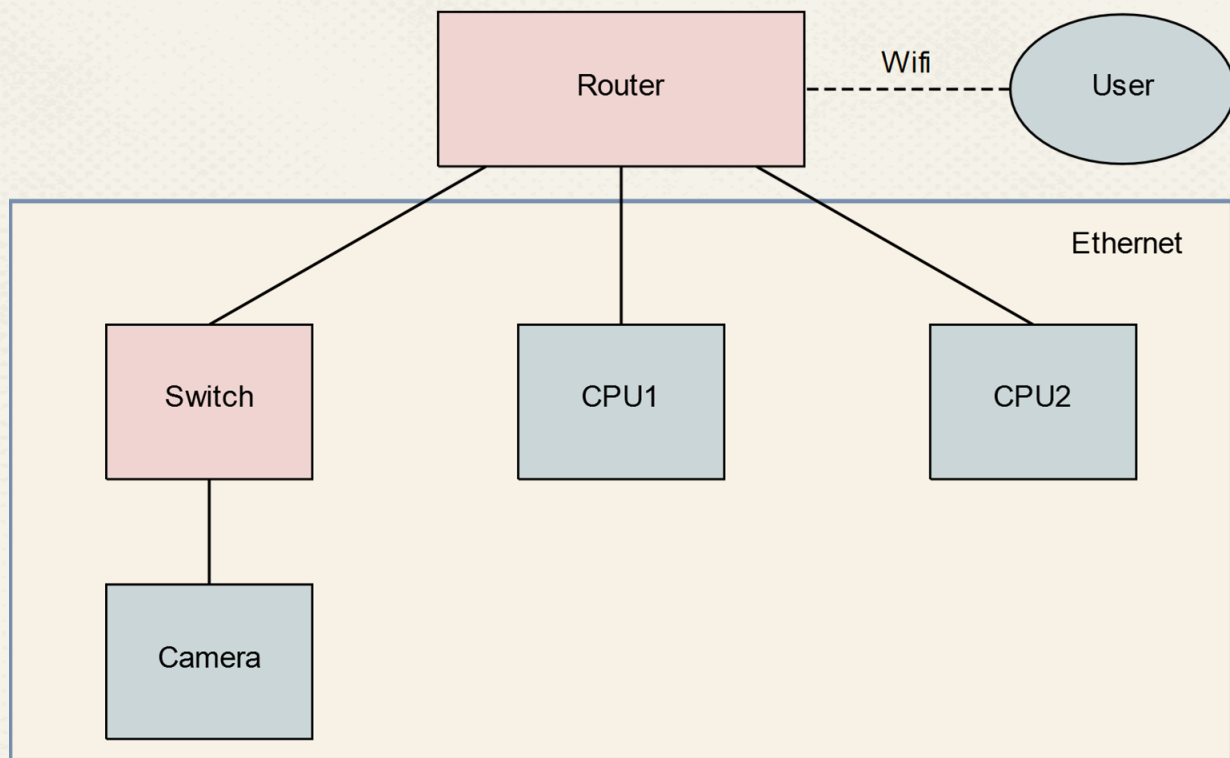


INTERVENÇÃO ELÉTRICA E MECÂNICA

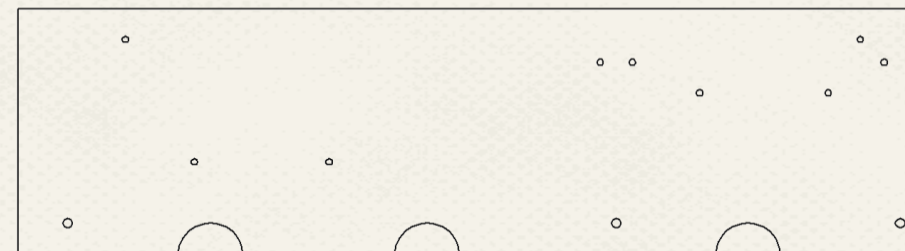
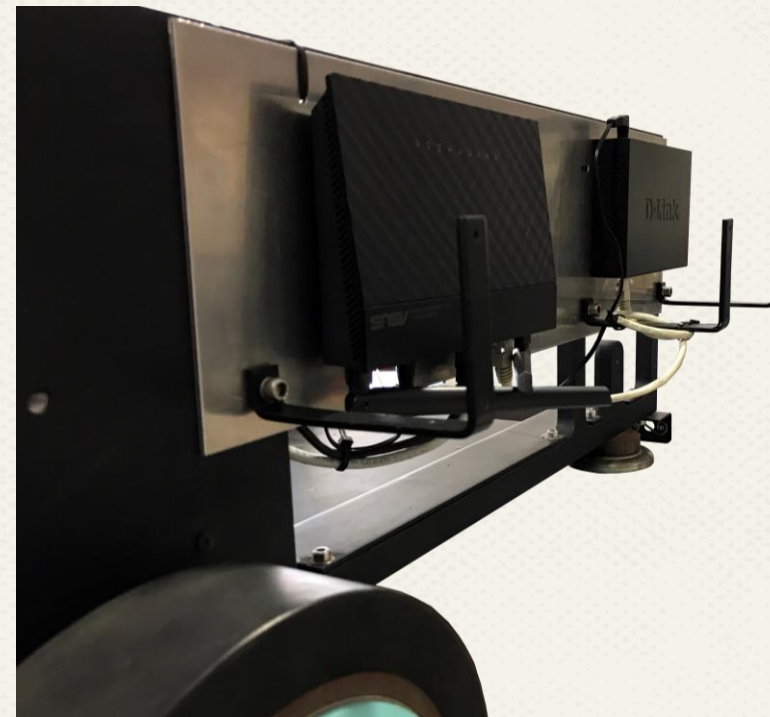




EQUIPAMENTO DE REDE

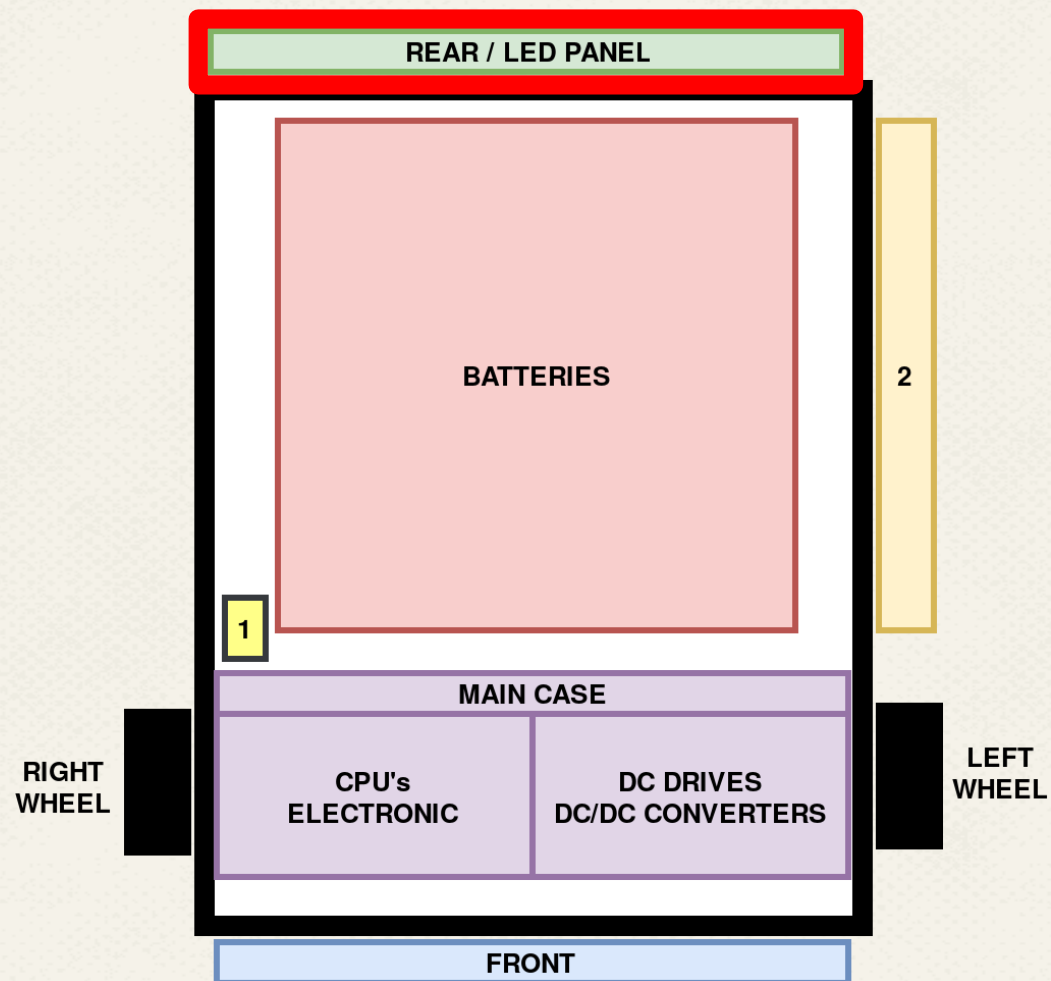


Topologia de rede implementada



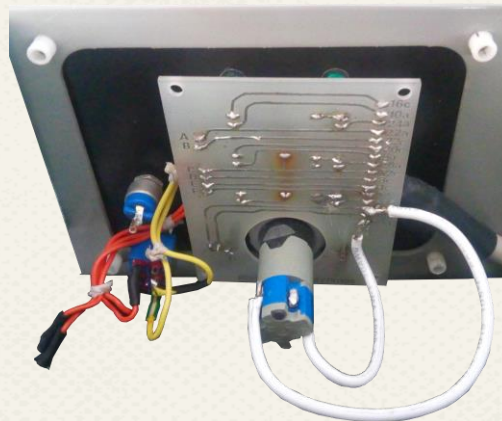


INTERVENÇÃO ELÉTRICA E MECÂNICA





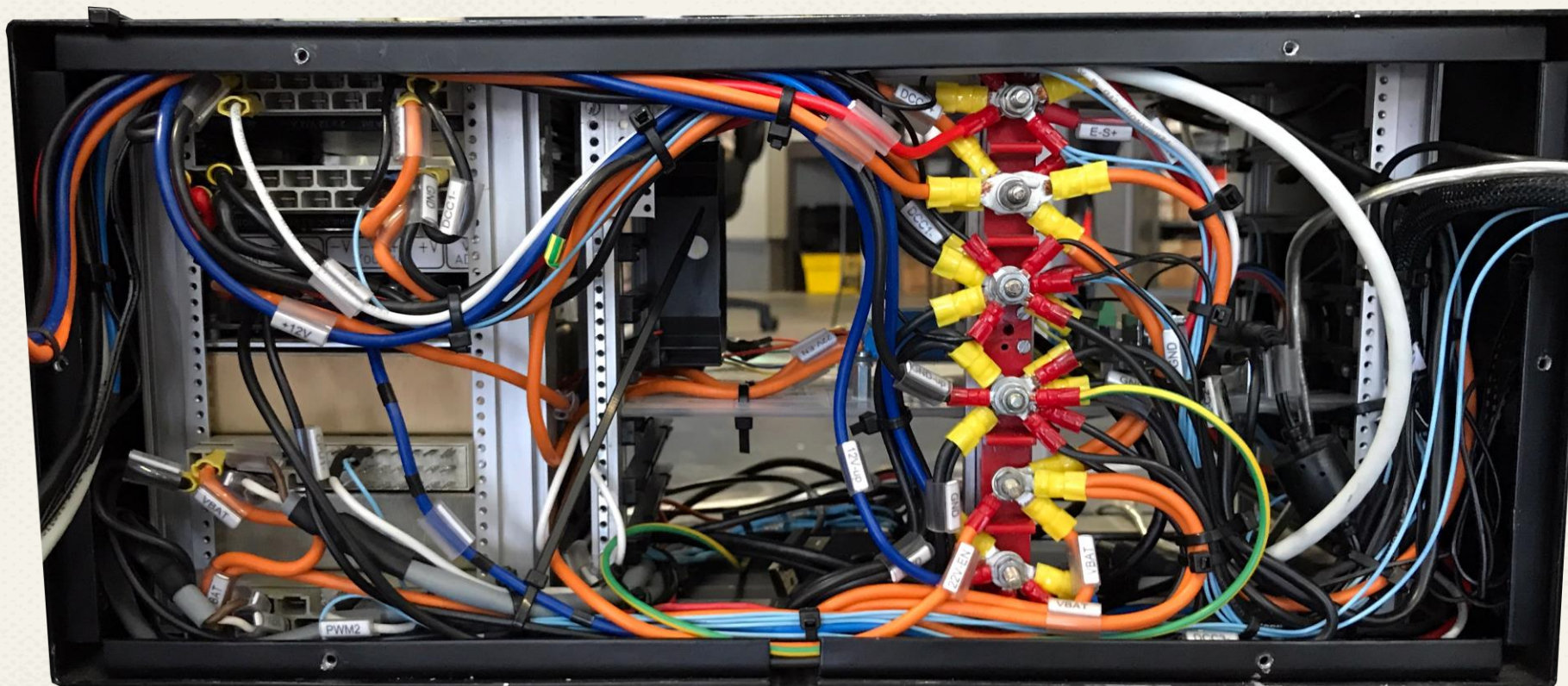
PAINEL LED



- Verificar nível de baterias
- Monitorizar níveis tensão
- Ativar / Desativar eletrónica
- Atuar emergência



INSTALAÇÃO ELÉTRICA

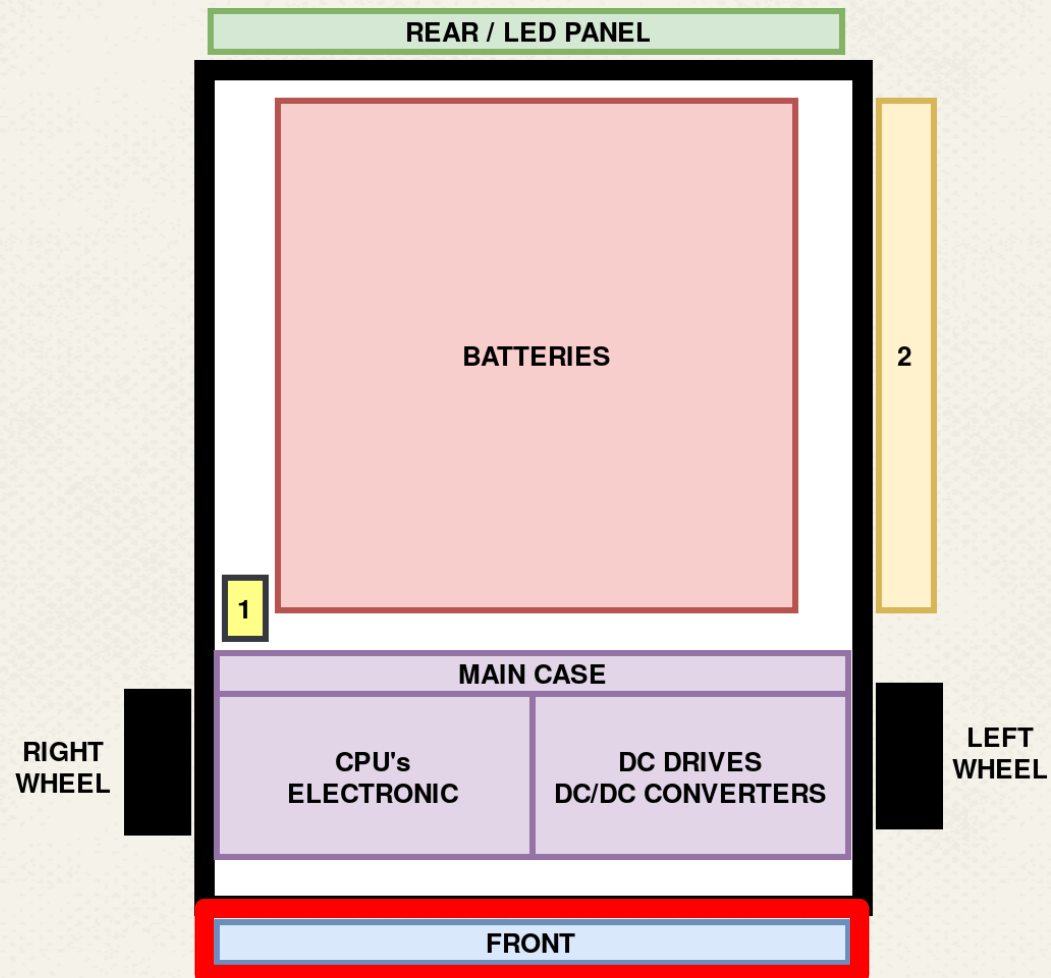


- +48 V
- +12 V
- +5 V
- -12 V
- 0 V





INTERVENÇÃO ELÉTRICA E MECÂNICA





FIXAÇÃO UNIDADES VISUAIS



Material Alumínio
Espessura 10 mm

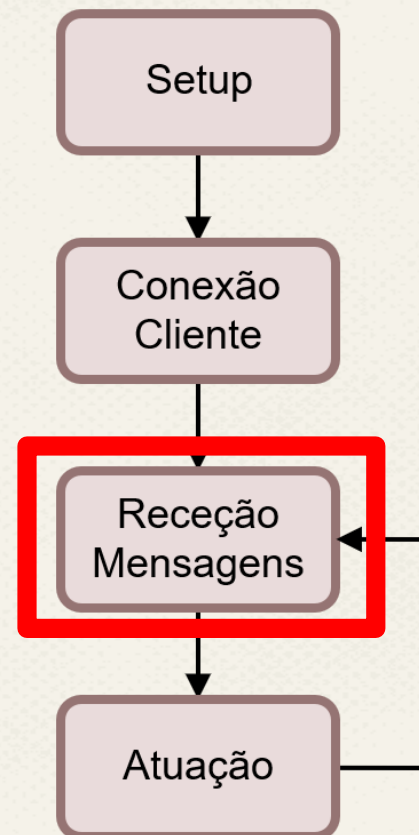


Aproveitamento da estrutura desenvolvida
no âmbito de outro projeto



PROGRAMAÇÃO CPU2

- Servidor TCP/IP
- Comunicação c/ CPU1 (via ETH)
- Comunicação c/ CPU3 (via I²C)
- Controlo dos motores DC (PID)
- Leitura / Atuação IO's
- Monitorização da conexão (WDT)





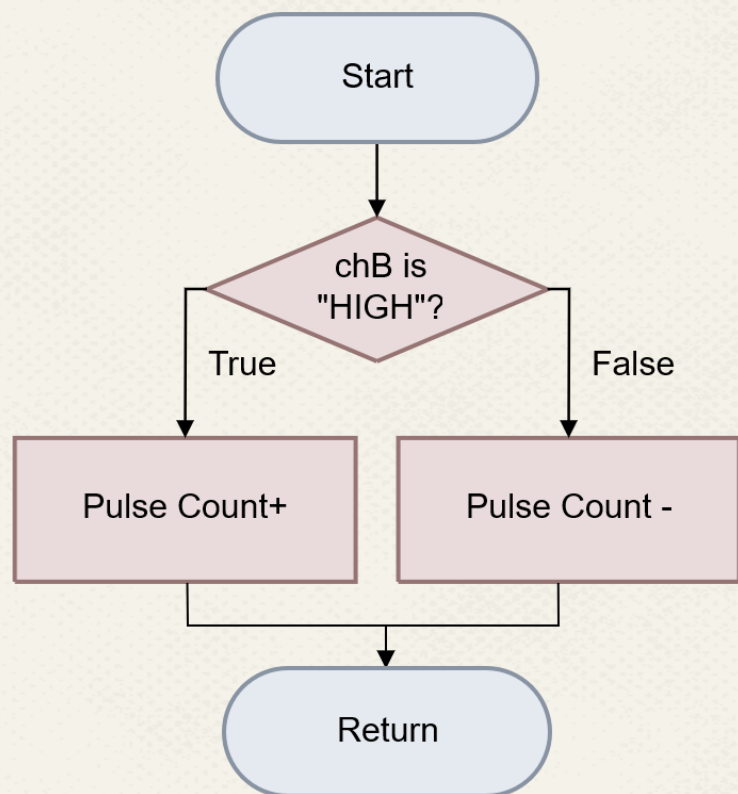
MENSAGENS CPU2

Tipo	Mensagem						
Motores	MM	B / F	[0-200]	-	B / F	[0-200]	>
Dados encoder	EN	>					
Atuar travões	BK	1 / 0	>				
Nível Bateria	BT	>					

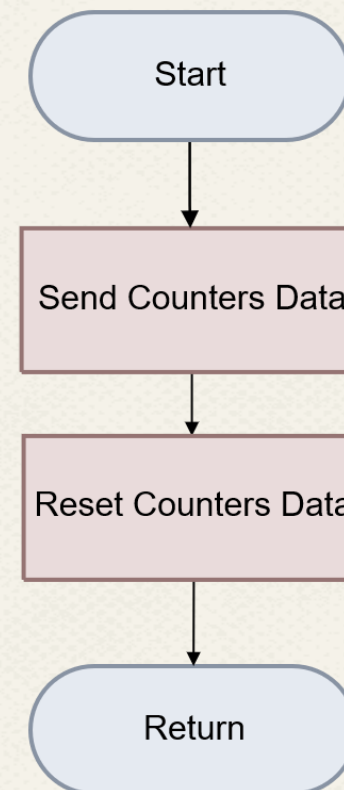
- Velocidade de cada roda (pulsos)
- Sentido de rotação (B / F)



PROGRAMAÇÃO CPU3



ISR: Contagem valores encoders



ISR: Envio de dados p/ CPU2 via I²C



Introdução

Desenvolvimento

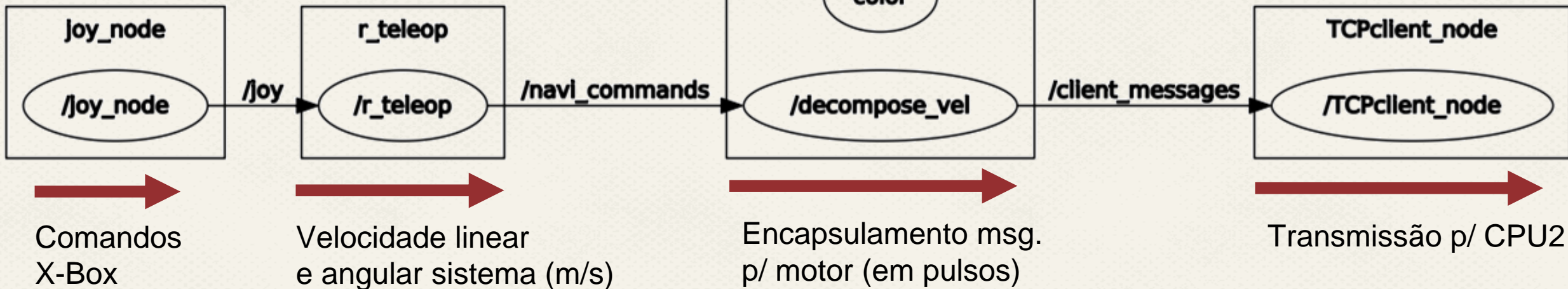
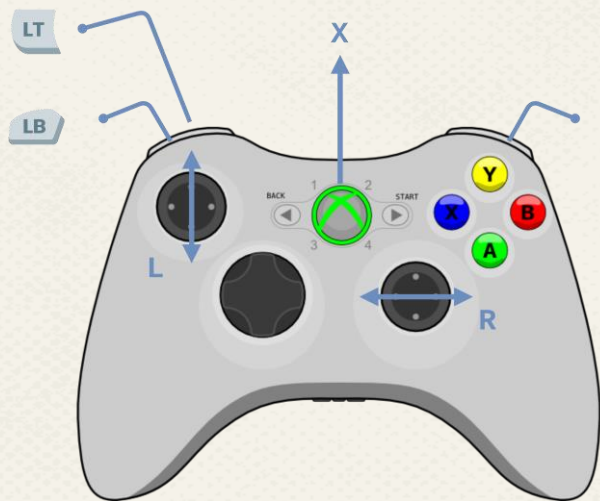
Solução Proposta

Resultados e Conclusões

APLICAÇÕES ROS

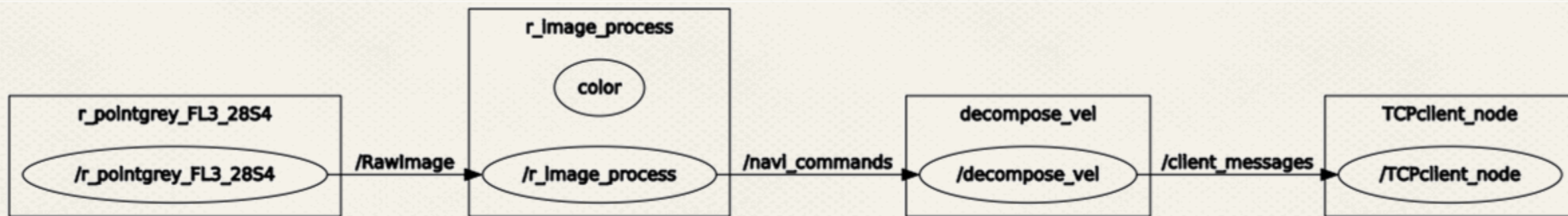


NAVEGAÇÃO COM OPERADOR



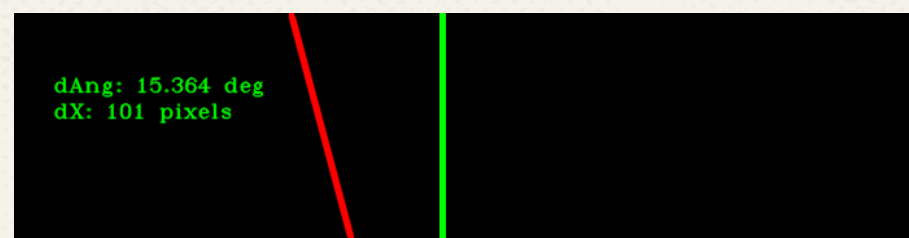


NAVEGAÇÃO AUTÓNOMA POR LINHA



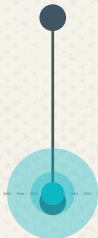
Configuração câmara
Aquisição de img
PUB: img

SUB: img
Processamento de img
PUB: velocidade

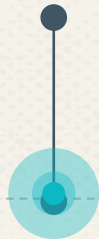




Introdução



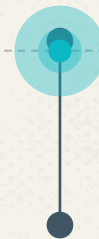
Desenvolvimento



Solução
Proposta



Resultados e
Conclusões



RESULTADOS E CONCLUSÕES



AFERIÇÃO LINHA RETA



6m

1. Castores alinhados com direção de navegação
2. Plataforma centrada com linha
3. Plataforma com mesma orientação que a linha

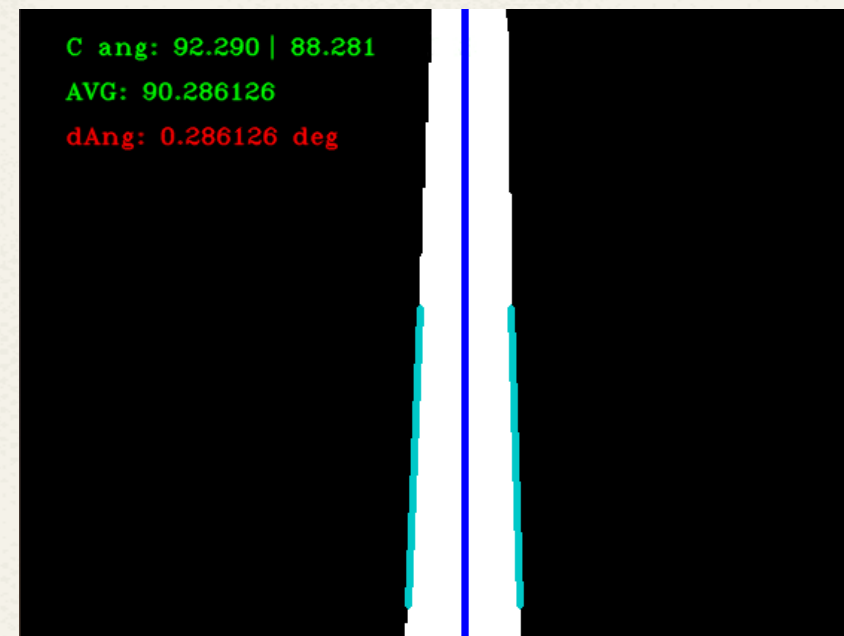
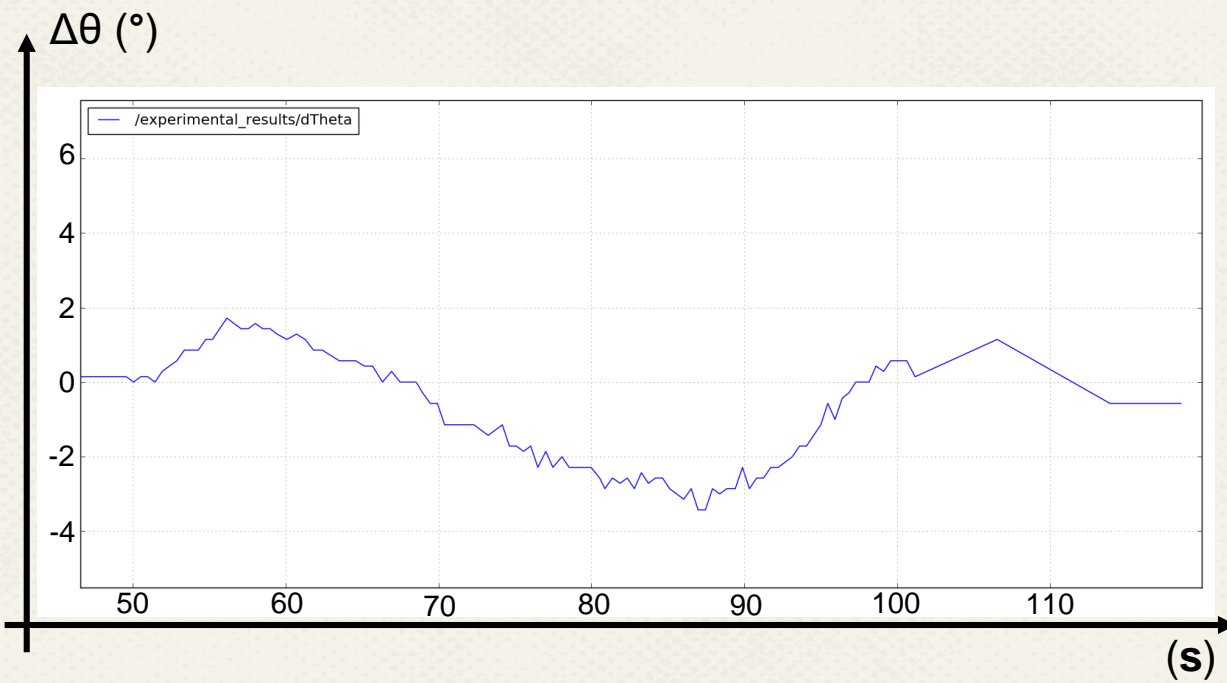


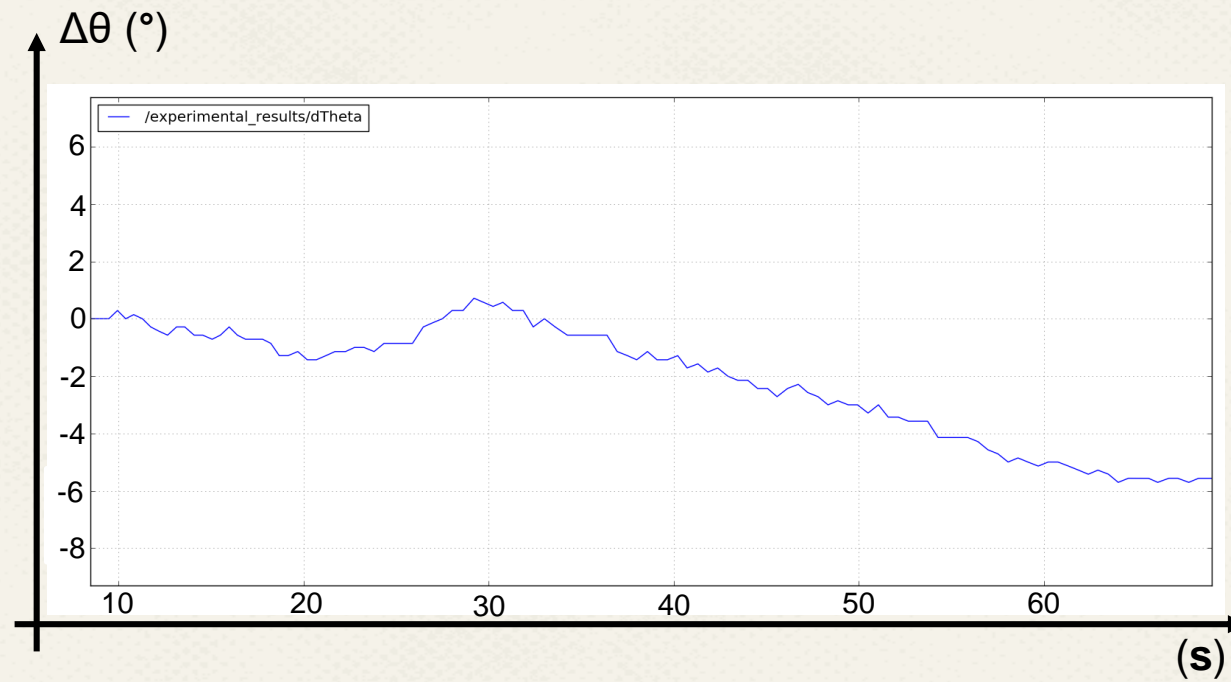
Imagem processada



AFERIÇÃO LINHA RETA



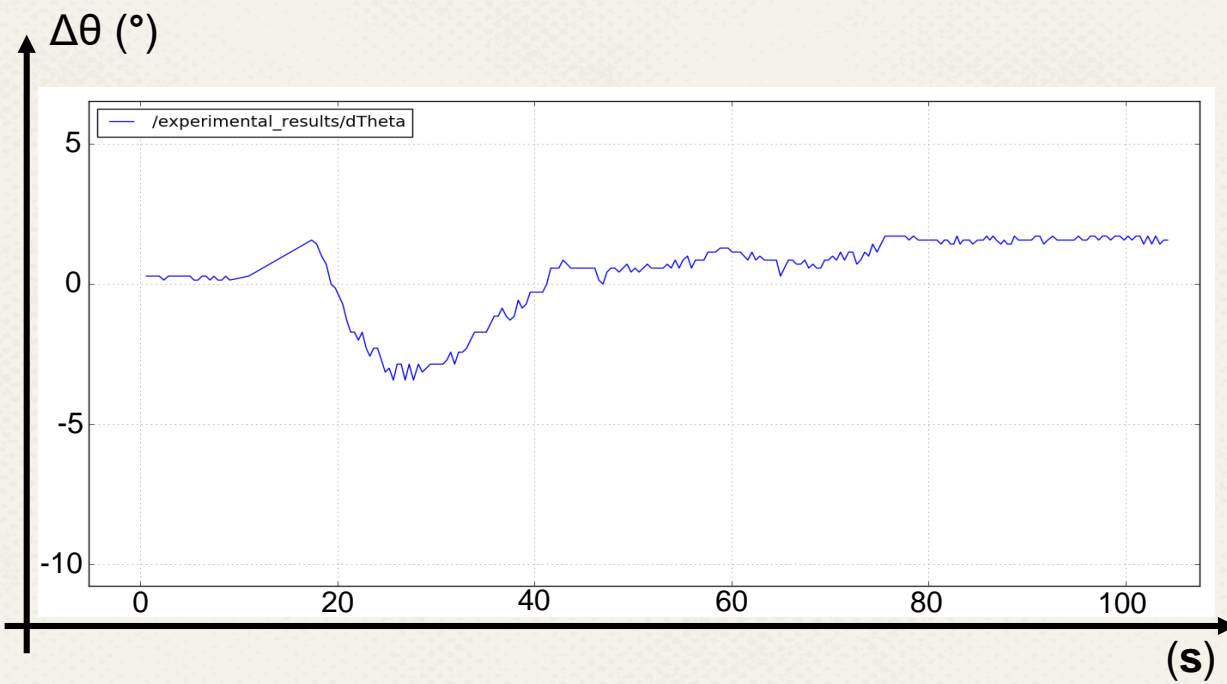
Frente a 5 cm/s



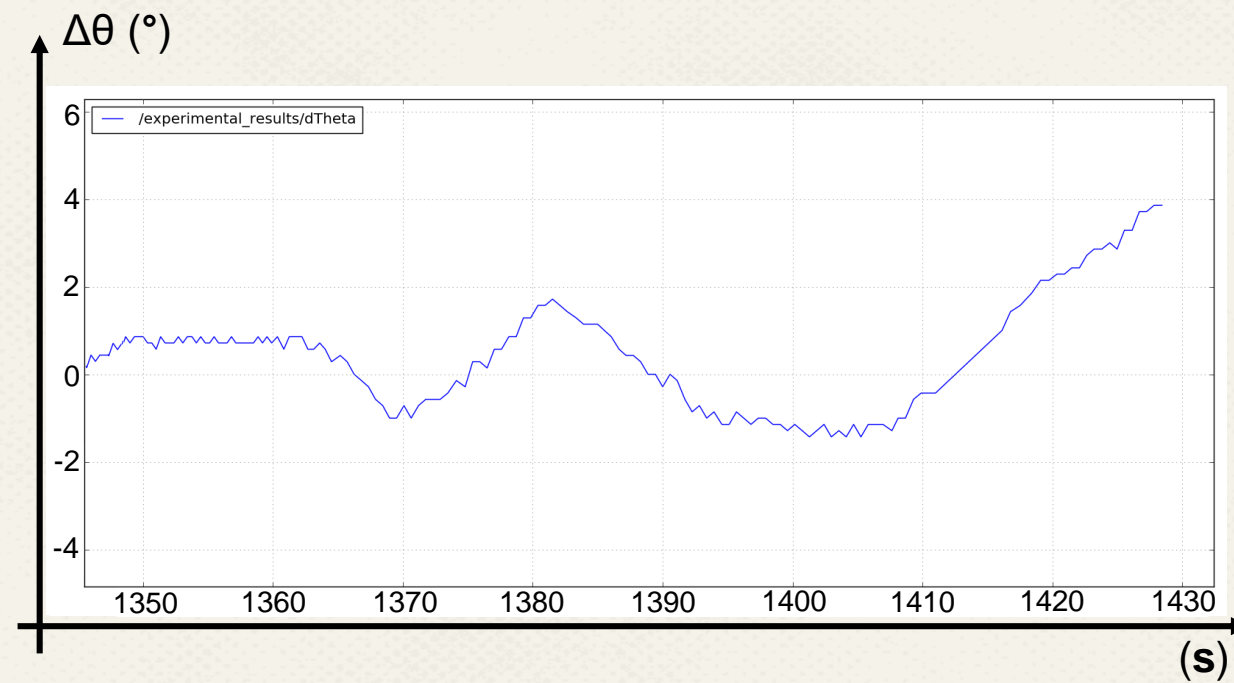
Trás a 5 cm/s



AFERIÇÃO LINHA RETA



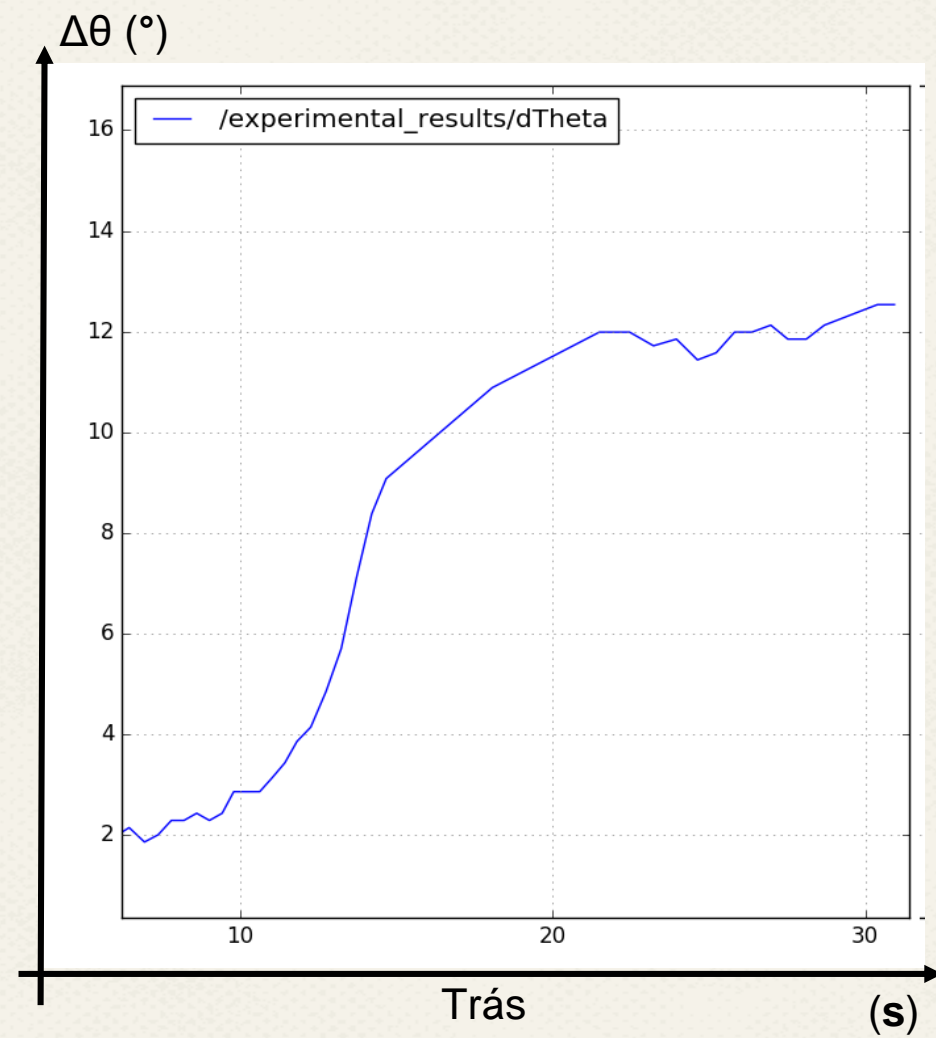
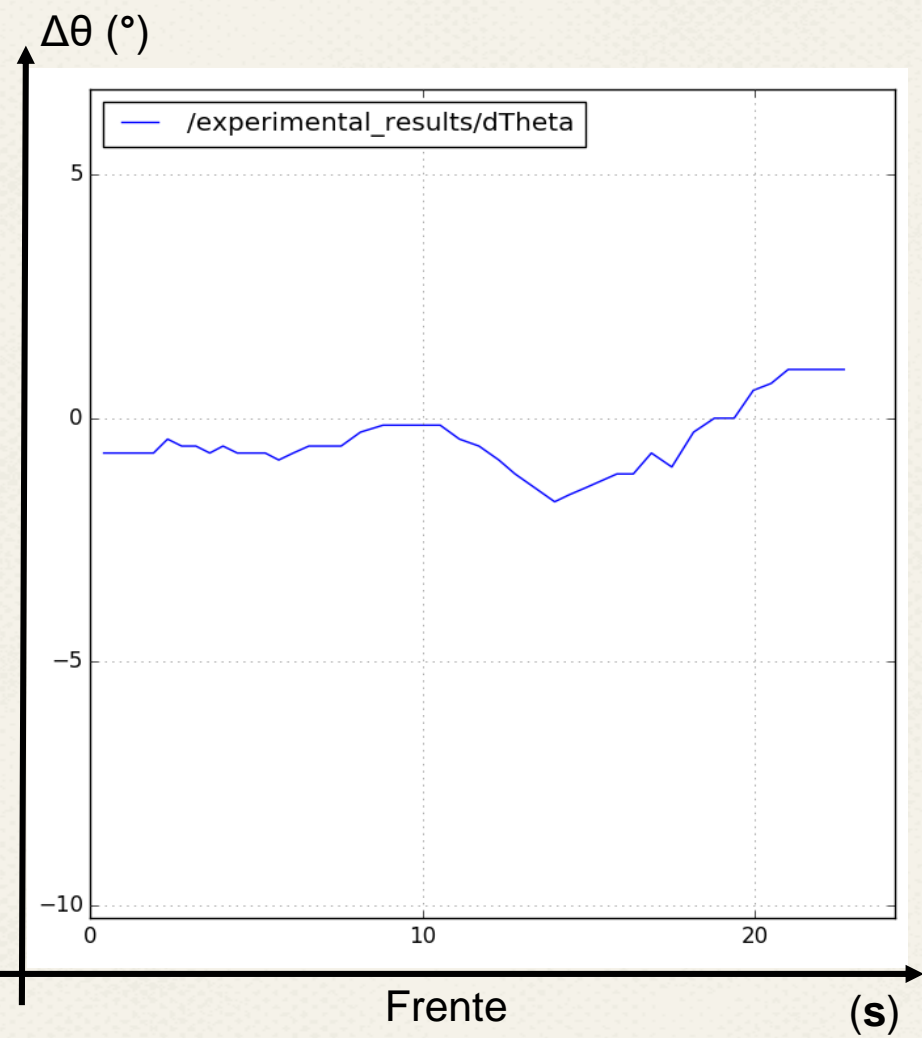
Frente velocidade variável



Trás velocidade variável



AFERIÇÃO LINHA RETA



Castores desalinhados,
resultados imprevisíveis!



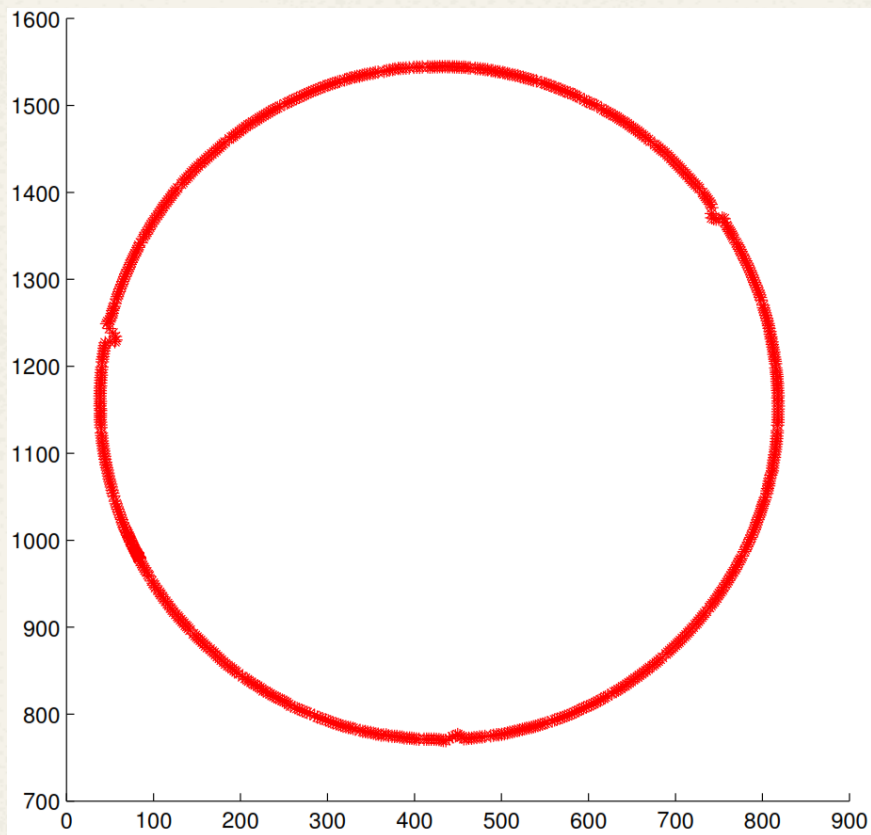
AFERIÇÃO CIRCUNFERÊNCIA



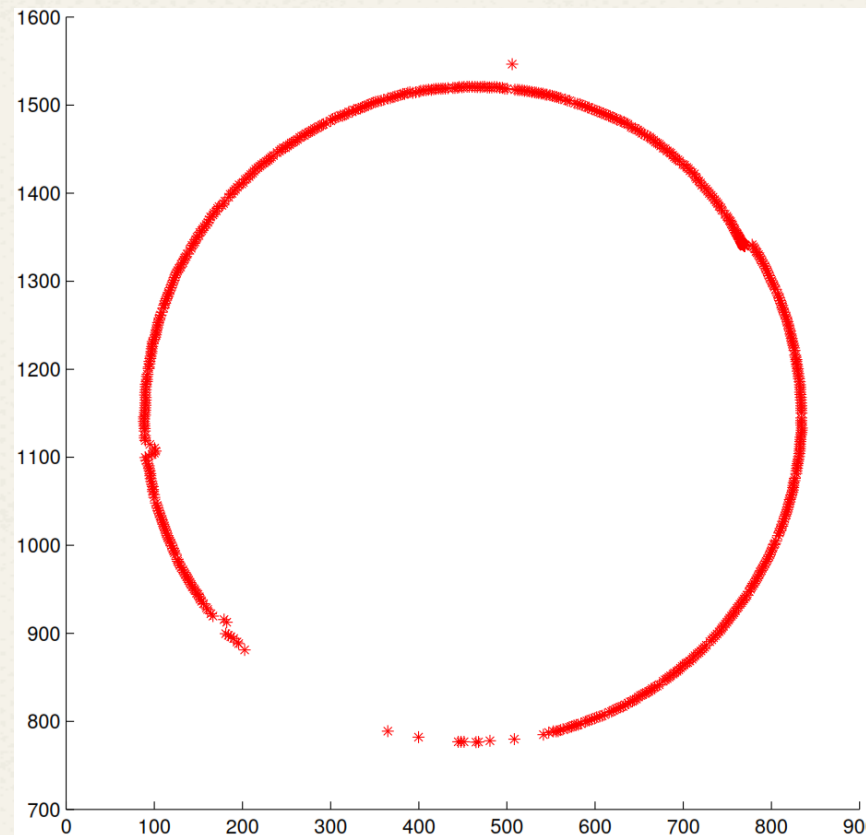
- Câmera paralela ao chão
- Plataforma a rodar sobre si própria
- Aquisição de vídeo
- Conversão em frames
- *Script* processamento de imagem
- Obtenção do centroíde da botoneira de emergência



AFERIÇÃO CIRCUNFERÊNCIA



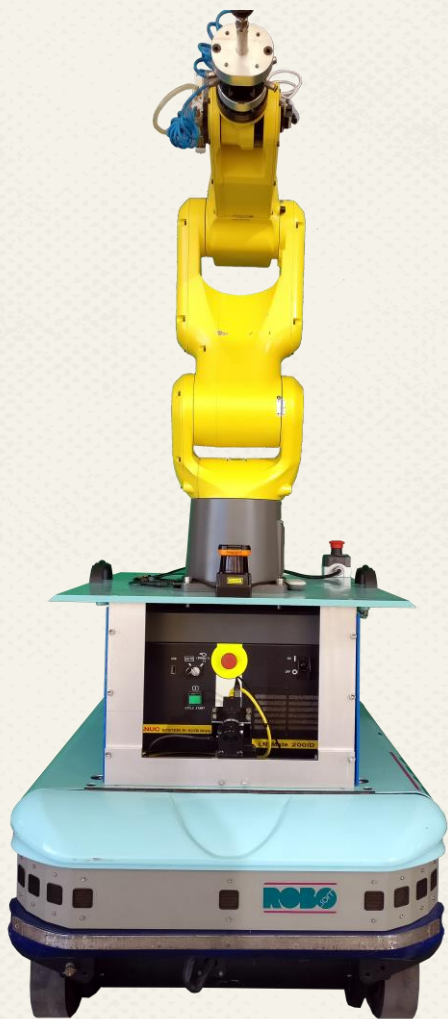
Sentido anti-horário



Sentido horário

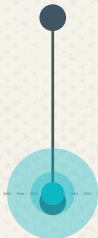


INTEGRAÇÃO COM MANIPULADOR

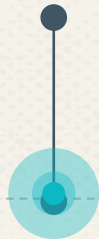




Introdução



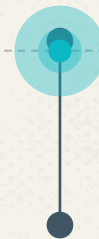
Desenvolvimento



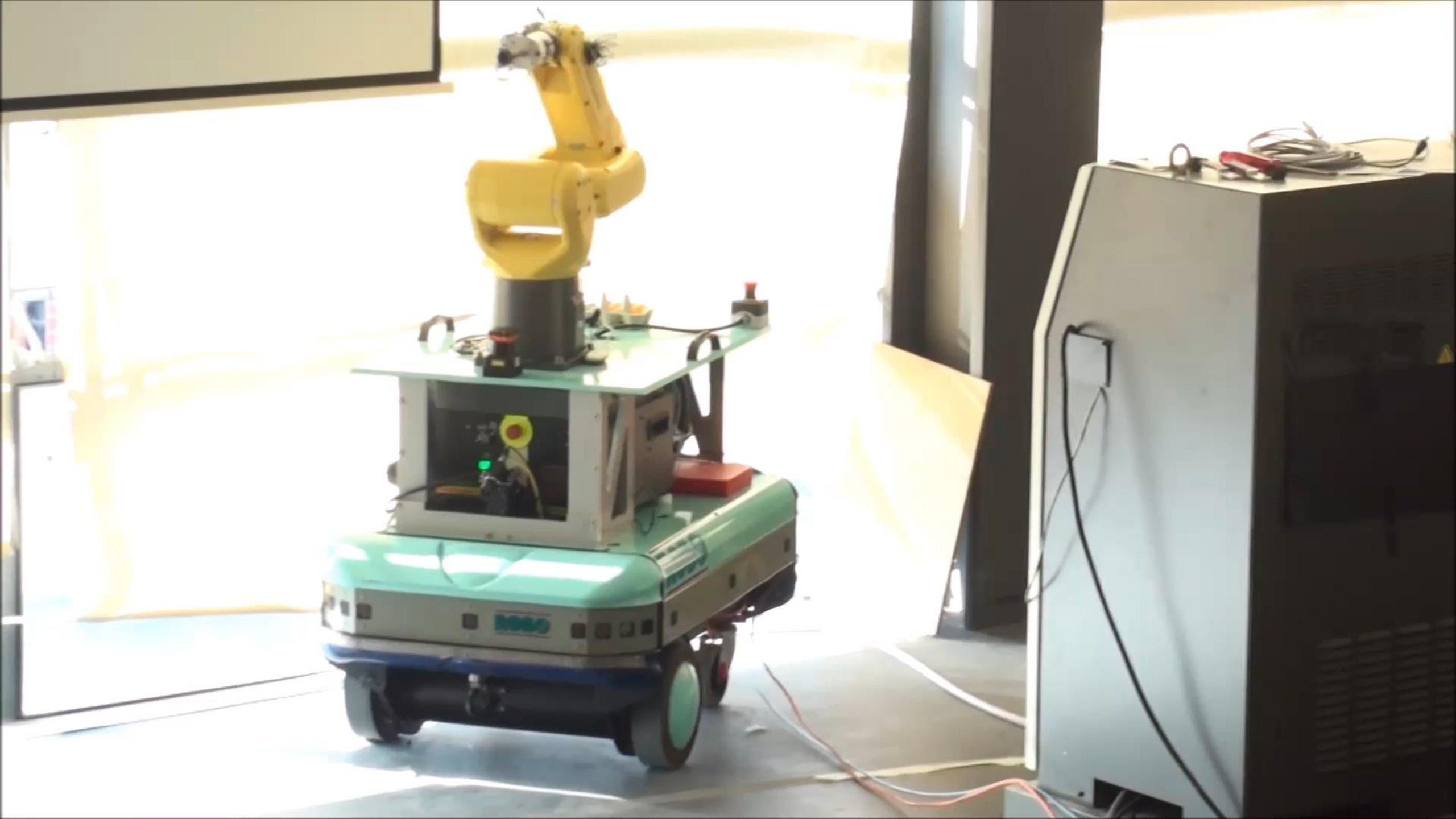
Solução
Proposta



Resultados e
Conclusões



● **DEMONSTRAÇÃO**





CONCLUSÕES

- Objetivo principal, retrofiting, foi concluído
- Foi aproveitado o máximo de equipamento disponível
- Várias características da plataforma foram melhoradas
- O uso dos ROS facilitou o desenvolvimento da solução



TRABALHO FUTURO

- Instalação de um quadro elétrico no topo da plataforma
- Substituição dos circuitos desenvolvidos por PCB's
- Integração do pacote “**actionlib**” do ROS
- Desenvolvimento de um nodo de odometria
- Realização de testes e parametrizações mais intensivas com as infra-estruturas criadas
- Desenvolvimento de uma interface gráfica para monitorização



Obrigado pela vossa atenção!

Reconversão da Plataforma Robuter num AGV com Guiamento Visual

Bruno Carvalho Vieira

bruno.v@ua.pt