

# PROJECT FACTORY

## CyberTruck-v1

Desenvolvedores e Autores:

**20221605** – Edja Tamara Monteiro Nicolau da Silva

**20220631** – Joaquim Manuel Igreja Cláudio

**20220481** – Laís da Silva Ferreira



## ÍNDICE

Introdução .....	3
Levantamento De Requisitos .....	4
Computação Física e IoT .....	5
Sistemas Operativos.....	6
Compiladores.....	6
Empreendedorismo – Base tecnológica.....	7
Pesquisa de projetos relacionados .....	8
Arquitetura do Sistema .....	9
Modelo de dados.....	10
Diagrama elétrico do veículo.....	10

## INTRODUÇÃO

Este projeto multidisciplinar envolve a colaboração entre estudantes de Engenharia Informática e Design na conceção e desenvolvimento de um veículo autónomo ou controlado remotamente, projetado para transportar diferentes tipos de carga através de trajetos com obstáculos. O projeto denominado **CyberTruck-v1** será desenvolvido por alunos do curso de engenharia informática no âmbito da cadeira **Project Factory** com o objetivo de desenvolver o chassis do veículo, bem como todo o engenho que garanta as componentes mecânica e elétrica/eletrónica.

Além da estrutura física, a conceção e desenvolvimento dos sistemas computacionais que permitirão a operação do veículo. Isso inclui a integração de componentes das disciplinas de cunho técnico-científico (com foco no desenvolvimento e tecnologias) que são Computação Física e IoT, Sistemas Operativos e Compiladores, essenciais para a comunicação remota, controlo do movimento e monitoramento em tempo real.

Este projeto engloba também as áreas de conhecimento estratégico e ético (com foco em gestão, mercado e valores profissionais), sendo elas as cadeiras de Empreendedorismo – Base Tecnológica e Ética e Deontologia Profissional. Importantes para trabalhar o posicionamento estratégico do projeto, analisar o mercado e criar modelo de negócio para uma possível aplicação comercial. Analisar os impactos sociais, éticos e profissionais do desenvolvimento do projeto.



Fig.1 – Modelo 3D do veículo.

## LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

### Requisitos Funcionais

**Desenvolvimento de um veículo inteligente:** O veículo deve ser capaz de transportar cargas de um **ponto A** (Origem) a um **ponto B** (Destino) através de um percurso com obstáculos e outros desafios, que ilustrem as características de um cenário do mundo real. O veículo deve ser projetado para suportar diferentes formatos de carga (esfera, cilindro, cubo, cone).

**Sensores e Atuação:** O sistema deve incluir sensores e atuadores para detetar obstáculos, corrigir a trajetória e garantir a estabilidade do veículo e da carga.

- i. Sensores para deteção de obstáculos (Ex: ultrassônicos HC-SR04);
- ii. Sensores de aceleração e inclinação para estabilidade e controlo de velocidade (MPU6050);
- iii. Sensores de peso para detetar o peso total da carga a transportar;
- iv. Motores DC ou Servo para movimentação e ajuste de direção.

**Automação e Comunicação via rede de dados:** O sistema deve permitir o controlo absoluto do veículo via rede de dados (internet), disponibilizando um dashboard, que implemente envio/receção de dados via MQTT. Monitoramento dos dados de sensores e envio de comandos remotos.

**Servidor MQTT e Base de Dados:** Deve existir um servidor central com ligação a uma base de dados, que permita o armazenamento de dados sobre métricas relevantes do veículo, e para intermediar a comunicação entre o agente remoto (dashboard) e o sistema central do veículo (microcontrolador).

**Interface Web/Dashboard:** Desenvolvimento de um dashboard interativo para controlo remoto e monitoramento. Exibição de dados em tempo real (status dos sensores, carga, bateria, etc). Capacidade de enviar comandos ao veículo via rede de dados.

**Autonomia e Controlo Remoto:** Controlo remoto via interface web. Execução de trajeto de forma autónoma. Algoritmos de navegação e desvio de obstáculos. A plataforma deve integrar componentes IoT, permitindo monitoramento e envio de dados em tempo real.

**Gerador de Relatórios Formatados:** O sistema deve ser capaz de gerar relatórios sobre o estado do veículo, a partir dos dados coletados de um dashboard. Um programa Lex/Yacc deve interpretar os dados e convertê-los em um (ou mais) documentos formatados.

## Requisitos Não Funcionais

**Performance:** O sistema deve garantir tempo de resposta menor que 500ms para mensagens MQTT, para possibilitar um controlo remoto “viável”. O processamento dos dados de sensores também deve ser eficiente para evitar atrasos.

**Escalabilidade:** O sistema deve permitir adição de novos sensores ou módulos sem reconfiguração significativa.

**Confiabilidade:** Implementação de QoS (Quality of Service) no MQTT para garantir entrega das mensagens. Implementação de reconexão automática em caso de falha de comunicação.

**Segurança:** Autenticação no servidor MQTT para evitar acessos não autorizados. Uso de TLS/SSL para comunicação segura.

**Manutenção e Atualização:** O sistema deve permitir fácil atualização e customização do dashboard sem interrupção do serviço. Logs detalhados de erros e eventos devem ser mantidos para diagnóstico.

## COMPUTAÇÃO FÍSICA E IOT

A disciplina de Computação Física e IoT desempenha um papel central no desenvolvimento do veículo inteligente para transporte de carga, inclui a integração do hardware com software.

**Construção Física do Veículo:** Envolve o desenvolvimento do chassis e da estrutura mecânica. Além disso, serão instalados sensores, atuadores e módulos IoT para permitir a interação do veículo com o ambiente.

**Diagramas de Circuitos:** Esquemas elétricos e de conexão entre os componentes, detalhando a distribuição de sensores, motores, microcontroladores e sistemas de comunicação, assegurando a integração adequada entre hardware e software.

**Desenvolvimento do Software:** O código fonte do sistema responsável pelo controlo do veículo, além da implementação de algoritmos para navegação, sensores e comunicação remota. O sistema inclui protocolos IoT para envio e receção de dados, permitindo o monitoramento e controlo do veículo a partir de uma interface externa.

## SISTEMAS OPERATIVOS

A disciplina de Sistemas Operativos se relaciona com o projeto na implementação da infraestrutura de automação e controlo do veículo. A comunicação entre dispositivos e manipulação de dados em tempo real, aplicados da seguinte forma:

- i. **Desenvolvimento de um Sistema de Automação:** O controlo do veículo será gerido por um sistema desenvolvido em Node-Red, permitindo a integração de diferentes dispositivos e sensores de forma modular e escalável;
- ii. **Comunicação via MQTT:** A troca de dados entre o veículo e o agente de controlo remoto será realizada utilizando o protocolo MQTT, garantindo uma comunicação de baixa latência entre os componentes do sistema;
- iii. **Integração com Smart Devices:** Sensores, atuadores e módulos IoT serão conectados ao sistema para permitir monitoramento e controlo remoto, utilizando os recursos do sistema operativo para gerenciar a comunicação e a resposta dos dispositivos;
- iv. **Base de Dados PostgreSQL.**

## COMPILADORES

No contexto do projeto, a disciplina de Compiladores enquadra-se na implementação de scripts para automatizar a criação de documentação sobre os *flows* de Node-Red, garantindo que os dados estruturados produzidos pelo sistema sejam convertidos em um formato compreensível e utilizável de maneira que as informações do sistema sejam apresentadas de forma clara e padronizada. A produção desse documento ocorrerá da seguinte maneira:

1. **Exportação da Configuração do Sistema:** O sistema desenvolvido no Node-Red será exportado num ficheiro em formato .json, contendo informações estruturadas sobre a operação do veículo e seus componentes.
2. **Interpretação do Ficheiro JSON:** Um programa baseado em Lex/Yacc será responsável por interpretar esse ficheiro .json, analisando sua estrutura e extraindo os dados relevantes.
3. **Conversão para um Documento Estruturado:** O resultado da interpretação será transformado automaticamente em um documento formatado, servindo como um manual técnico do sistema, facilitando a compreensão e manutenção do projeto.

## EMPREENDEDORISMO – BASE TECNOLÓGICA

No contexto da disciplina de Empreendedorismo, será desenvolvido o **Plano de Negócio** para a conceção e viabilidade de um veículo inteligente de transporte de carga. Este plano relaciona inovação tecnológica à identificação de oportunidades no mercado.

A análise de mercado inclui **benchmarking**, estudo da aceitação da tecnologia (**Brand Sentiment Analysis**) e impactos políticos, económicos, socioculturais e tecnológicos (**Análise PEST**). Além disso, são avaliados concorrentes, canais de distribuição e comportamento dos clientes, complementados por uma **Análise SWOT** para identificação de oportunidades e desafios.

O **Posicionamento** estratégico orienta o projeto, garantindo que ele atenda às necessidades do mercado e se diferencie da concorrência. As estratégias seguem o **Marketing Mix** (Produto, Preço, Praça e Promoção), e a execução é organizada em um **timetable** estruturado, com milestones para pesquisa, desenvolvimento e testes. Por fim, a **análise financeira** avalia custos, projeções de retorno e estratégias de investimento.

**Necessidade do público-alvo:** "Sinto a necessidade de automatizar e controlar remotamente o transporte de cargas pesadas, reduzindo o esforço humano e otimizando processos logísticos."

### **Formas de satisfazer a necessidade do público-alvo:**

Facilitar o transporte e logística interna com um veículo eficiente;

Aumentar a segurança dos trabalhadores ao reduzir exposição a riscos;

Diminuir custos operacionais com soluções de manutenção e otimização de rotas;

Melhorar o monitoramento e rastreabilidade das cargas transportadas;

Atender normas ambientais e de sustentabilidade com tecnologias limpas.

### **Marcas que satisfazem as necessidades do Público-alvo:**

**Komatsu:** Fabricante de veículos autônomos para mineração;

**Boston Dynamics:** Desenvolve robôs móveis para terrenos difíceis, como o Spot;

**Caterpillar:** Líder em caminhões de transporte para mineração subterrânea e a céu aberto.

## PESQUISA DE PROJETOS RELACIONADOS

### **Amazon Scout**

Robô de entrega autónomo desenvolvido pela Amazon para transportar pacotes de forma segura e eficiente em áreas urbanas e suburbanas.

Caraterísticas: O Amazon Scout é um robô autónomo concebido para o transporte de pequenos pacotes, garantindo a segurança e a integridade da carga. Utiliza sensores LiDAR, câmaras e inteligência artificial para navegar de forma autónoma em passeios e ruas, desviando de peões e obstáculos. A sua operação é monitorizada em tempo real através de conectividade IoT, enviando dados sobre localização e estado operacional para os servidores da Amazon. Embora funcione de forma autónoma, existe uma equipa de controlo remoto preparada para intervir em caso de imprevistos. Além disso, o seu design compacto e velocidade reduzida garantem uma operação segura em ambientes urbanos, sem representar risco para peões.

### **Starship Robots**

Pequenos veículos autónomos desenvolvidos pela Starship Technologies para fazer entregas de curta distância, como alimentos e pacotes.

Caraterísticas: Os Starship Robots são robôs de entrega com uma autonomia de 99%, podendo, no entanto, ser monitorizados remotamente por operadores humanos. Utilizam câmaras, GPS, LiDAR e sensores ultrassónicos para evitar obstáculos e garantir uma navegação segura. Movem-se a uma velocidade de aproximadamente 6 km/h e têm capacidade para transportar até 9 kg. Através da conectividade IoT, o estado da entrega pode ser acompanhado em tempo real através de uma aplicação móvel. Para garantir a segurança, os robôs possuem um compartimento trancado eletronicamente, que apenas o destinatário pode abrir através da aplicação.

### **FedEx Roxo (FedEx SameDay Bot)**

Robô de entrega criado para transportar pacotes em curtas distâncias, dentro de cidades e centros de logística.

Caraterísticas: O FedEx Roxo destaca-se pela sua mobilidade avançada, utilizando um sistema de rodas omnidirecionais que permite movimentos mais precisos, incluindo a capacidade de subir escadas e deslocar-se em passeios irregulares. Está equipado com câmaras, sensores de profundidade e LiDAR, garantindo uma navegação autónoma eficiente. A sua capacidade de carga permite transportar vários pacotes em simultâneo e realizar entregas para diferentes destinatários num único trajeto. Para garantir a segurança,



recorre a inteligência artificial para evitar colisões e pode ser controlado remotamente sempre que necessário. Além disso, funciona com bateria elétrica, tornando-se uma opção sustentável para entregas urbanas.

## ARQUITETURA DO SISTEMA

O sistema **CyberTruck-v1** é composto essencialmente pelas seguintes componentes ilustradas na figura abaixo:

- i. **MQTT Broker**, responsável por mediar a transmissão de dados via MQTT. Nele se ligam os *subscribers* (receptores) e os *publishers* (emissores).
- ii. **Node-Red (agente remoto)**, o “cérebro” por trás da condução autónoma, recebe dados dos sensores do veículo e envia comandos para controlar os atuadores (através de um MQTT Broker).
- iii. **Base de dados** para persistir algumas métricas relevantes sobre o veículo e o meio.
- iv. **O veículo**, composto de uma série de componentes mecânicos (motores, chassis, etc.) e eletrónicos (sensores, atuadores, etc) que permitem a operação do veículo.
- v. A funcionamento mínimo do sistema CyberTruck-v1 depende estritamente da ligação a uma rede dados (LAN ou internet).

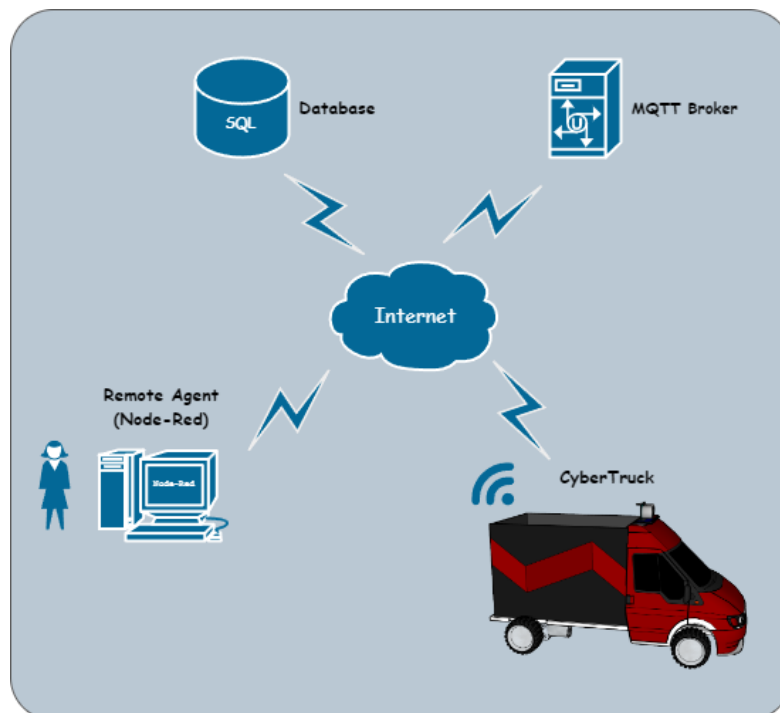


Fig.2 – Arquitetura do sistema CyberTruck-v1.

MODELO DE DADOS

Na figura abaixo apresenta-se o modelo de dados simplificado, capaz de garantir o funcionamento básico do sistema **CyberTruck-v1**.

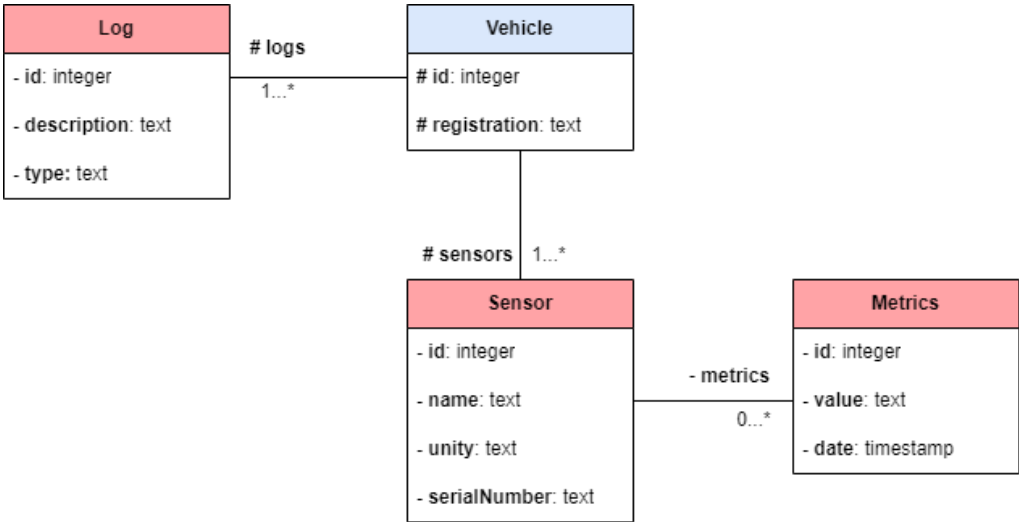


Fig.3 – Modelo de dados simplificado CyberTruck-v1.

DIAGRAMA ELÉTRICO DO VEÍCULO

Na figura abaixo apresenta-se o diagrama elétrico, capaz de garantir o funcionamento básico do veículo, leitura de dados dos sensores e controlo dos atuadores, ligação a rede de dados (WiFi). **CyberTruck-v1**.

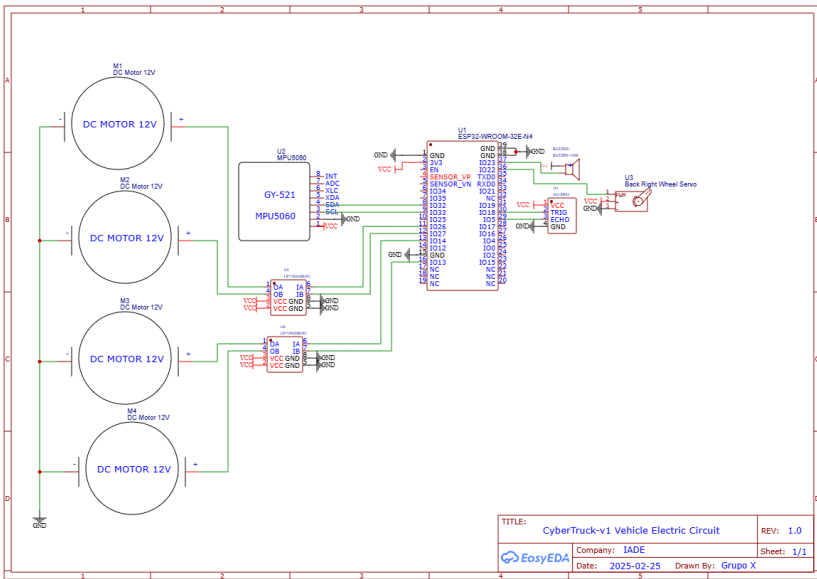


Fig.4 – Diagrama elétrico do veículo CyberTruck-v1.