

*Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos*

## **Ensino Médio Integrado ao Técnico em Automação Industrial**

### **ROBÔ DE ALIMENTAÇÃO PARA LINHA DE PRODUÇÃO**

Erick Forte Prado de Souza<sup>1</sup>

Julia Moraes Pedraça<sup>2</sup>

Victor de Moraes Marvulle<sup>3</sup>

Vinicius Antônio Pinheiro da Cruz<sup>4</sup>

**Resumo:** Esta planta industrial realiza processos como o de alimentação, limpeza, envase, balança seletiva, selagem da garrafa e entrega da mesma ao local de depósito, tal projeto tem intuito de demonstrar como os processos industriais funcionam nos tempos atuais. O objetivo do projeto é demonstrar e identificar o que ocorre nos processos dentro da indústria, ou seja, analisar como cada fase dos processos industriais funcionam e como cada componente reage a seus comandos. O estudo foi desenvolvido com base em bibliografias especializadas no tema e pesquisas efetuadas em sites com conteúdo especializado em automatização e desenvolvimento de projetos. Os estudos mostram, neste caso sendo a indústria atual como cenário principal, que cada processo industrial tem seu ciclo e que cada parte tem seu tipo de funcionamento. Em nosso projeto, que realiza a alimentação de todo o processo, é utilizado a programação em C++ que controla como cada componente tem que realizar sua função, seja de parar, andar, fechar ou abrir. Para que a alimentação seja feita, é utilizado um robô seguidor de linha movido a sensores infravermelhos para o transporte e para a captura um sistema de garra comandado por um sensor de presença.

**Palavras-chave:** Planta Industrial. Arduino. Alimentação.

**Summary:** This industrial plant performs processes such as feeding, cleaning, bottling, selective weighing, bottle sealing, and delivery to the storage location. This project aims to demonstrate how industrial processes work today. The objective of the project is to demonstrate and identify what occurs in industrial processes, that is, to analyze how each phase of industrial processes works and how each component reacts to its commands. The study was developed based on specialized bibliographies on the subject and research conducted on websites with content specialized in automation and project development. The studies show, in this case with the current industry as the primary setting, that each industrial process has its own cycle and that each part has its own type of operation.

<sup>1</sup>Ensino Fundamental II, na PEI E.E. Profa. Esmeralda Soares Ferraz, em Ourinhos/SP, erick.souza45@etec.sp.gov.br

<sup>2</sup>Ensino Fundamental II, no SESI, em Ourinhos/SP, julia.pedraca@etec.sp.gov.br

<sup>3</sup>Ensino Fundamental II, na E.E Nicola Martins Romeira, em Ribeirão do Sul/SP, victor.marvulle@etec.sp.gov.br

<sup>4</sup>Ensino Fundamental II, na PEI E.E. Profa. Esmeralda Soares Ferraz, em Ourinhos/SP, vinicius.cruz79@etec.sp.gov.br

### ***Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos***

In our project, which handles the entire process's feeding, C++ programming is used to control how each component performs its function, whether stopping, moving, closing, or opening. For feeding, a line-following robot powered by infrared sensors is used for transport and for capturing a gripper system controlled by a presence sensor.

**Keywords:** Industrial Plant. Arduino. Power Supply.

## **1 INTRODUÇÃO**

A modernização dos processos industriais tem avançado rapidamente, impulsionada pela busca por maior produtividade, padronização e redução de custos operacionais. Nesse cenário, a automação industrial se apresenta como uma solução para a eficiência dos sistemas, integrando sensores, atuadores e controladores em estruturas inteligentes e autônomas. Diante disso, este projeto propõe o desenvolvimento de um robô garra autônomo, capaz de realizar a coleta e o transporte de garrafas em uma linha de produção simulada, representando a etapa inicial de um processo automatizado de envase. A problemática que fundamenta esta pesquisa está relacionada à necessidade crescente de integrar sistemas autônomos às linhas de produção, especialmente em tarefas repetitivas e que exigem precisão, como a manipulação de objetos, a ausência de soluções automatizadas nessa fase inicial pode se tornar um gargalo que limita o desempenho e a continuidade do sistema produtivo como um todo.

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver um protótipo funcional de um robô coletor com garra, que navegue de forma autônoma por meio de sensores, identifique e colete garrafas vazias, transportando-as até uma esteira transportadora. A iniciativa visa não apenas demonstrar o funcionamento de uma etapa industrial automatizada, mas também ampliar a compreensão prática dos alunos sobre a automação de processos.

A automação industrial tem desempenhado um papel crucial na modernização das linhas de produção, promovendo aumento de produtividade, padronização de processos e redução de falhas humanas. Em um cenário de competitividade global, empresas buscam soluções cada vez mais eficientes e integradas para otimizar suas operações. Nesse contexto, o desenvolvimento desses sistemas autônomos representa uma aplicação prática e relevante para atender às demandas por agilidade,

### ***Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos***

precisão e segurança nas etapas iniciais de produção.

A metodologia adotada envolve etapas como a pesquisa e seleção de componentes, modelagem mecânica e eletrônica, simulação no ambiente virtual Tinkercad, construção física do protótipo e testes de validação. Espera-se, ao final do projeto, obter um sistema autônomo eficiente, capaz de demonstrar de forma clara e funcional a integração entre robótica e processos industriais.

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, são apresentados os principais aspectos que envolvem a criação do robô garra coletor, iniciando-se pelo planejamento que consiste na seleção de peças. A modelagem em 3D servirá para visualizar o encaixe dessas peças na carcaça, que será impressa com uma impressora 3D. Adiante, a lógica de programação, onde será mostrado por etapas como foi desenvolvido todo o código baseado em C++. No ambiente de testes do TinkerCad, a simulação do funcionamento do robô e validação se tudo funcionou como planejado. Com tudo já visualizado e os materiais listados, finalmente a montagem do primeiro protótipo, onde será exibido passo a passo e com imagens como montar todo o robô. Dessa forma, exibir os ajustes necessários para a implementação prática e real.

## **2 FUNCIONAMENTO**

O robô inicia sua operação ao ser ligado e posicionado próximo à esteira. A central de comando aguarda o sinal de um sensor no final da esteira, responsável por indicar dois estados: esteira vazia ou esteira cheia. O ciclo de trabalho começa sempre com a condição de esteira vazia.

Quando a esteira está livre, o robô parte em direção ao local onde as garrafas estão. Sua locomoção é feita por um sistema de seguidor de linha, composto por dois sensores infravermelhos posicionados na parte frontal. A lógica de funcionamento é simples: caso o sensor da direita identifique que o robô está saindo da linha, o sistema aumenta a potência das rodas do lado direito, corrigindo a trajetória; o mesmo ocorre de forma equivalente no sensor da esquerda.

O robô segue a linha até que um sensor de efeito Hall identifique a presença de um ímã localizado na área das garrafas. Nesse ponto, a garra mecânica, acionada por um servo motor, se fecha para coletar a garrafa. Após a coleta, o robô executa uma manobra de retorno para alinhar-se novamente e continuar o trajeto em direção à

### ***Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos***

esteira. Ao chegar na esteira, o robô posiciona a garrafa na linha de produção, alterando o estado para esteira cheia. Em seguida, ele retorna ao modo de espera até receber novamente o sinal de esteira vazia, reiniciando o processo.

Neste projeto, conceitos básicos de eletrônica são utilizados, tais como:

- Controle de largura de pulso (PWM), para os motores CC e servo motores;
- Lógica de funcionamento sensores infravermelhos, para o seguimento de linha;
- Lógica de programação em C++, para a programação do Arduino;
- Lógica de funcionamento da ponte H, para o controle de velocidade dos motores CC;
- Máquina de estados, para definir a necessidade de alimentação de garrafas na esteira.

## **2.1 Componentes**

- Arduino uno R3

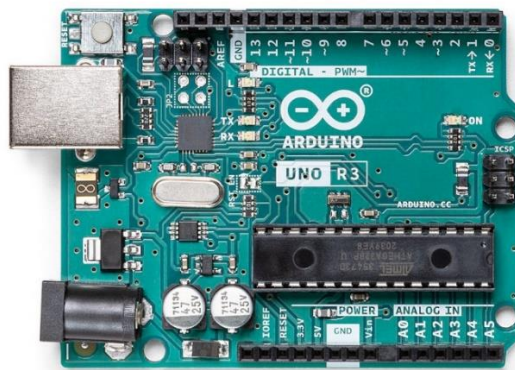


Figura 1 – Arduino Uno R3

Fonte: (<https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>)

**Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

- Driver Shield Motor L293D

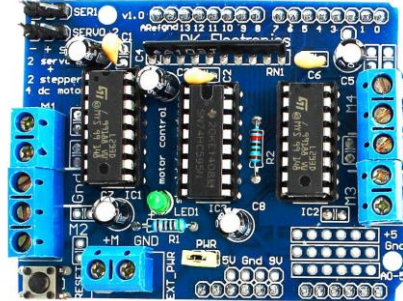


Figura 2 – Driver Shield Motor

Fonte: ([https://www.usinainfo.com.br/blog/motor-shield-l293d-driver-ponte-h-no-controle-de-motores/?srsltid=AfmBOooCHTe7\\_6KylEEJ2tpptSYxb32JnNikLzH62\\_OMmvO-vbS\\_O0or](https://www.usinainfo.com.br/blog/motor-shield-l293d-driver-ponte-h-no-controle-de-motores/?srsltid=AfmBOooCHTe7_6KylEEJ2tpptSYxb32JnNikLzH62_OMmvO-vbS_O0or))

- Servo motor Mg90



Figura 3 – Servo Motor Mg90

Fonte: ([https://www.casadarobotica.com/robotica/atuadores/servos/micro-servo-motor-tower-pro-mg90s-metal-gear-com-acessorios?srsltid=AfmBOorP2as53mFB2ZKzaregco5twCZFKSNat7M3B\\_vr3zYXi8yTjZpd](https://www.casadarobotica.com/robotica/atuadores/servos/micro-servo-motor-tower-pro-mg90s-metal-gear-com-acessorios?srsltid=AfmBOorP2as53mFB2ZKzaregco5twCZFKSNat7M3B_vr3zYXi8yTjZpd))

- 4x Rodas de tração



Figura 4 – Roda de tração

Fonte: ([https://www.eletragate.com/roda-68mm-para-chassi-robotica?srsltid=AfmBOoqPdqq3uh8EQyFpK\\_TLjArEMxJoYJjs334514wUUDGCRem\\_V6KwV](https://www.eletragate.com/roda-68mm-para-chassi-robotica?srsltid=AfmBOoqPdqq3uh8EQyFpK_TLjArEMxJoYJjs334514wUUDGCRem_V6KwV))

**Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

- 4x motores (DC) com caixa de redução



Figura 5 – Motores DC com caixa de redução

Fonte: ([https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-5501051462-4x-motor-dc-3v-6v-caixa-de-reduco-eixo-duplo-robotica-\\_JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-5501051462-4x-motor-dc-3v-6v-caixa-de-reduco-eixo-duplo-robotica-_JM))

- Baterias 18650 com suporte



Figura 6 – Baterias 18650 com suporte

Fonte: ([https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3320680322-suporte-p-2x-baterias-18650-com-chave-onoff-\\_JM#origin%3Dshare%26sid%3Dshare](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3320680322-suporte-p-2x-baterias-18650-com-chave-onoff-_JM#origin%3Dshare%26sid%3Dshare))

**Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

- 2x sensores infravermelhos Tcrt5000

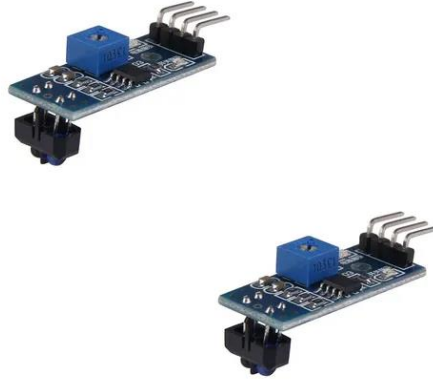


Figura 7 – sensores infravermelhos Tcrt5000

Fonte: ([https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3436778009-2x-modulo-seguidor-linha-tcrt5000-infravermelho-para-arduino-\\_JM#origin%3Dshare%26sid%3Dshare](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3436778009-2x-modulo-seguidor-linha-tcrt5000-infravermelho-para-arduino-_JM#origin%3Dshare%26sid%3Dshare))

- Sensor Magnético De Efeito Hall Ky-003

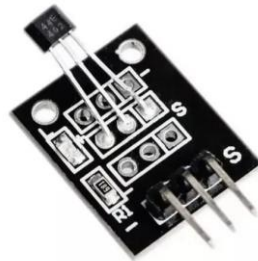


Figura 8 – Sensor Magnético De Efeito Hall Ky-003

Fonte: ([https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3271672204-5-x-sensor-magnetico-de-efeito-hall-ky-003-para-arduino-\\_JM#origin%3Dshare%26sid%3Dshare](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3271672204-5-x-sensor-magnetico-de-efeito-hall-ky-003-para-arduino-_JM#origin%3Dshare%26sid%3Dshare))

*Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos*

**2.2 Modelagem 3D**

A modelagem 3D foi feita com o software Proteus para simularmos como o robô ficaria esteticamente, ajudando a simular o projeto final. E para modelar de acordo com nossas necessidades para posteriormente imprimir na impressora 3D.

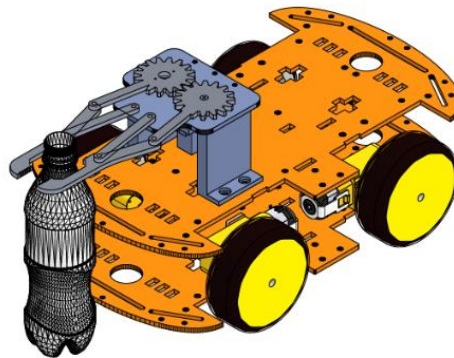


Figura 9 – Simulação Proteus 3D do chassi geral do carro

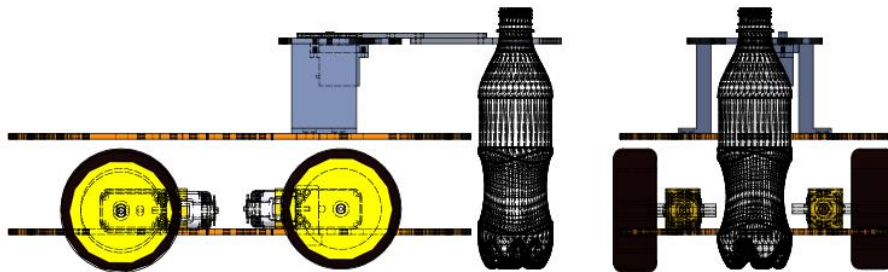


Figura 10 – Simulação Proteus 3D do chassi geral do carro em perfil

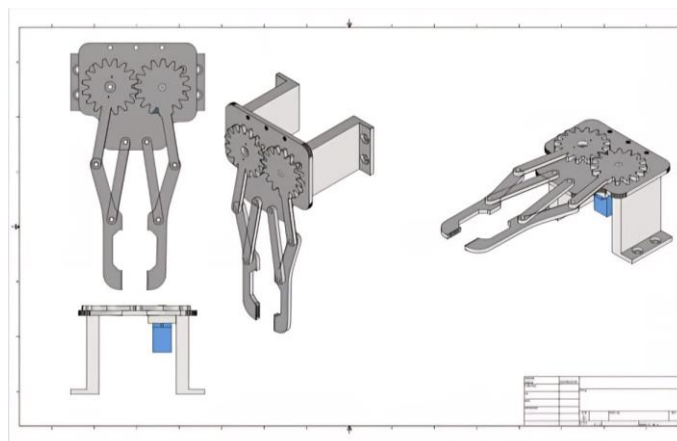


Figura 11 – Simulação 3D em Proteus da garra mecânica

## Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

### 2.3 Esquema da montagem

A esquematização do projeto foi feita no aplicativo Proteus, onde o circuito foi feito e testado.

As imagens estão em anexos.

## 3 PROGRAMAÇÃO

O projeto é programado na linguagem C++, utilizando a IDE do Arduino, para facilitar a programação, utilizamos bibliotecas do Arduino, como a AFMotor.h para controle dos motores CC e a Servo.h para controle dos servos motores, toda a programação e detalhes dessas bibliotecas estão em anexos.

## 4 PROPÓSITO

A esteira tem o intuito didático de demonstrar como os processos industriais acontecem, mostrando como se fazer uma análise desses processos. Nesta análise, é passado por seis processos, tal como a alimentação primeiramente, pela limpeza, envase, balança seletiva, selagem da garrafa e entrega dela ao local de depósito, demonstrando os processos industriais.

Na alimentação, o intuito é evidenciar como o processo inicial é importante para que todos os outros consigam dar continuidade a suas etapas. A sincronização de todas as partes do projeto são cruciais para que tudo funcione corretamente.

## 5 FLUXOGRAMA

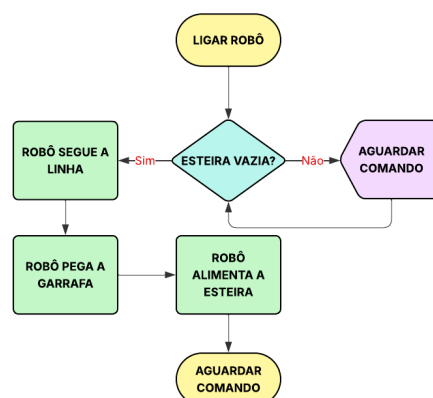


Figura 12 – Fluxograma do funcionamento do robô

*Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos*

6 PROTÓTIPO

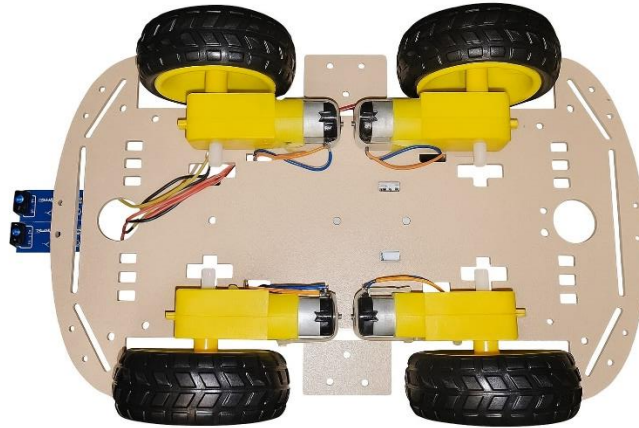


Figura 13 – Parte de baixo do robô, onde as rodas são fixadas com cola.

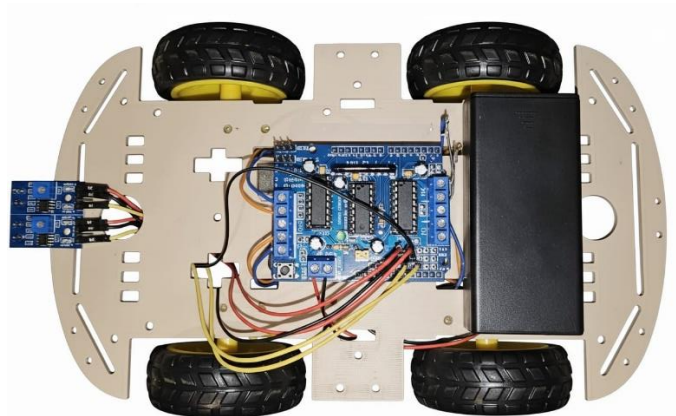


Figura 14 – Parte de cima do robô, onde o suporte de bateria é localizado atrás, o Arduino no centro, e os sensores infravermelhos na frente, que estão apontando para fora do chassi e para baixo, para seguir a linha. Tudo fixado com cola.

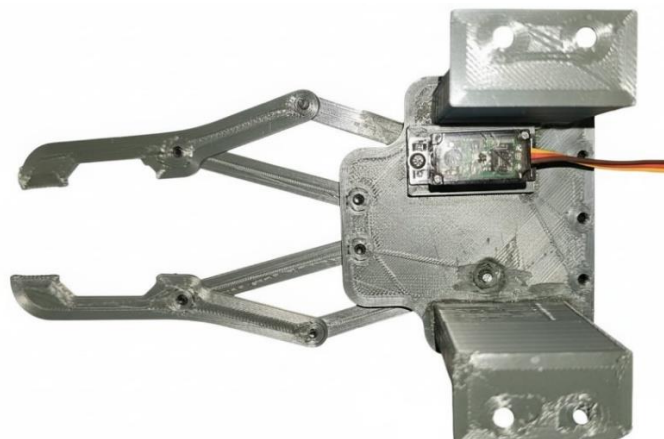


Figura 15 – Parte de baixo da garra, que é controlada por um servo que está fixado por parafusos.

*Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos*



Figura 16 – Parte de cima da garra, onde toda articulação é feita por parafusos

## 7 METODOLOGIA

Inicialmente, foram realizadas pesquisas na internet sobre automação industrial, robótica e projetos com Arduino em sites sobre o conteúdo. Essa etapa teve como objetivo compreender o funcionamento de linhas automatizadas e como fazê-las em pequena escala com um microcontrolador. Com base nisso, foram definidos os requisitos operacionais do robô, como: capacidade de percorrer um trajeto, detecção de garrafas, coleta com garra mecânica e entrega do objeto na esteira.

Com as premissas definidas, foi feita a seleção dos componentes. Os principais componentes são: sensores infravermelhos TCRT5000, sensor magnético de efeito Hall KY-003, servo motor MG90, motores DC com caixa de redução, driver motor L293D, baterias 18650 e suporte, além da garra mecânica. O circuito todo foi planejado e testado com o software Proteus. A partir do planejamento inicial, foi feita a modelagem 3D do robô, utilizando o software Proteus, com o objetivo de visualizar a posição dos componentes e realizar ajustes no chassi conforme o necessário. A modelagem também serviu para a impressão de peças na impressora 3D. Em seguida, utilizou-se o software Tinkercad, onde o funcionamento lógico do robô foi visualizado, utilizando sensores e atuadores do projeto físico ou semelhantes. Nessa etapa, foram ajustados detalhes da programação em C++, responsável por controlar tudo através do Arduino.

A lógica de programação foi estruturada com base em uma máquina de estados, que define cada etapa do funcionamento do robô: partida, identificação da garrafa, coleta, transporte e entrega na esteira. As bibliotecas utilizadas para facilitar o código foram

### ***Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos***

a AFMotor.h, para controle dos motores DC via driver L293D, e a Servo.h, para controle do servo motor da garra. Após validações em ambiente virtual e ajustes no código, foi feita a montagem física do protótipo, conectando todos os componentes em um chassi, a fixação dos componentes foi feita com parafusos, cola e suportes impressos em 3D. Por fim, foram realizados testes com o robô em laboratório, simulando todo o ciclo de coleta e entrega de garrafas. Esses testes permitiram verificar o comportamento real do sistema, corrigir o trajeto, calibrar os sensores, ajustar o tempo de abertura e fechamento da garra, etc.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho possibilitou demonstrar, em escala reduzida, a aplicação prática da automação industrial por meio do desenvolvimento de um robô de alimentação com sistema de garra, controlado por sensores e programado em linguagem C++. O protótipo atendeu ao objetivo de realizar a alimentação do projeto, executando sua função corretamente, fundamentando a continuidade dos procedimentos. Durante a execução do projeto, observou-se que a integração entre componentes eletrônicos, modelagem 3D e lógica de programação não apenas contribuiu para o funcionamento adequado do sistema, como também promoveu o aprendizado interdisciplinar dos integrantes. A experiência prática proporcionou uma maior compreensão sobre conceitos de eletrônica, controle de motores, programação estruturada e simulação em ambientes virtuais, como o Proteus e o Tinkercad. Os testes realizados comprovaram a eficiência do protótipo na coleta e no transporte de garrafas, embora tenham sido identificados pontos de melhoria, tais como o reforço estrutural do chassi e a possibilidade de expandir o sistema para contemplar etapas adicionais do processo industrial. Dessa forma, conclui-se que o desenvolvimento do robô de alimentação não apenas atingiu os objetivos propostos, mas também contribuiu para a formação técnica dos alunos envolvidos, aproximando teoria e prática. Além disso, o projeto reforça a importância da automação industrial no cenário contemporâneo, em que a busca por eficiência, padronização e inovação é cada vez mais indispensável para a competitividade das empresas.

*Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos*

**9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Raul José Alves Felisardo. Et A I. 2023. Disponível em:  
[periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/download/11325/5269/33771](http://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/download/11325/5269/33771).

Acesso em: 22 de set. 2025.

MARGOLIS, Michael. Servo. Arduino, 2024. Disponível em:

<https://docs.arduino.cc/libraries/servo/>. Acesso em: 22 de set. 2025.

MUSCI, Marcelo; DUARTE, Gisele; COUTO, Renata; QUELHAS, Mauricio. Introdução ao Arduino. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2023. Disponível em:  
<https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/download/2028/1422/5689>. Acesso em: 22 de set. 2025.

ROGGIA, Leandro; CARDOZO, Rodrigo. Automação Industrial. Universidade Federal de Santa Maria. 2016. Disponível em:

[https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/06\\_automacao\\_industrial.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/06_automacao_industrial.pdf).

Acesso em: 22 de set. 2025.

SÉRGIO, Paulo; JOSÉ, Francisco. Automação Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2003. Disponível em:

[https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1\\_19.pdf](https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_19.pdf). Acesso

em: 15 de set. 2025.

8 ANEXOS

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

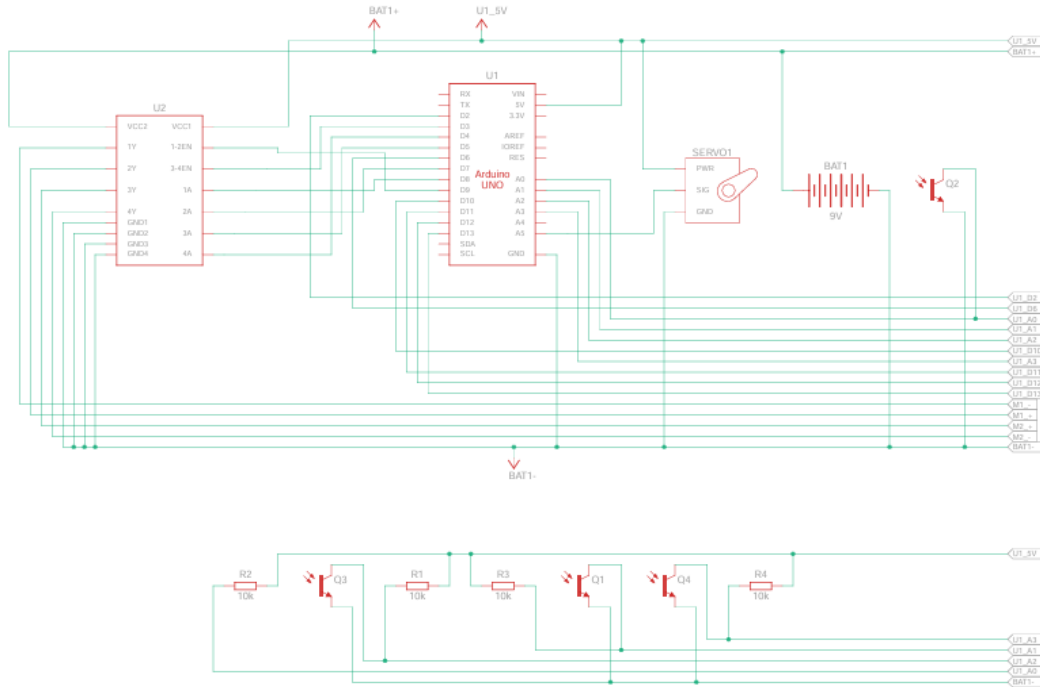


Figura 17 – Simulação do circuito no software Proteus

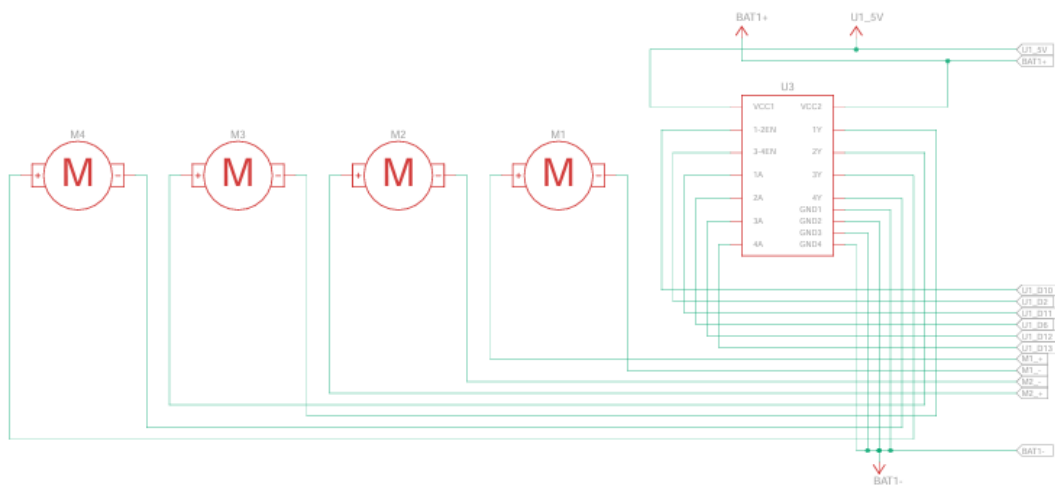


Figura 18 – Simulação do circuito (parte dos motores) no software Proteus

### ***Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos***

```
#include <AFMotor.h>

// Motores: lado direito (M1 e M4), lado esquerdo (M2 e M3)
AF_DCMotor motorDir1(1);
AF_DCMotor motorEsq1(2);
AF_DCMotor motorEsq2(3);
AF_DCMotor motorDir2(4);

// Sensores
#define sensorEsq A1
#define sensorDir A0
#define sensorHall A2 // Sensor de efeito Hall

// Velocidade padrão
int vel = 80;

// Threshold (limiar para distinguir preto/branco)
int limite = 150;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  motorDir1.setSpeed(vel);
  motorDir2.setSpeed(vel);
  motorEsq1.setSpeed(vel);
  motorEsq2.setSpeed(vel);
}

void loop() {
  // Leitura dos sensores
  int leituraEsq = analogRead(sensorEsq);
  int leituraDir = analogRead(sensorDir);
  int leituraHall = analogRead(sensorHall);

  // Mostrar no Serial Monitor
  Serial.print("Esq: ");
  Serial.print(leituraEsq);
  Serial.print(" Dir: ");
  Serial.print(leituraDir);
  Serial.print(" Hall: ");
  Serial.println(leituraHall);

  // Converter sensores de linha em "estado" (0 = preto, 1 = branco)
  bool esqBranco = leituraEsq > limite;
  bool dirBranco = leituraDir > limite;
}
```

Figura 19 – Início do código em C++ (parâmetros de definição e início do void loop)

### Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

```
// ===== Checagem do sensor Hall =====
if (leituraHall < 5) { // ajuste do limite de detecção do ímã conforme necessário
    manobraMagnetica();
}
else {
    // ===== Seguidor de linha normal =====
    if (esqBranco && dirBranco) {
        moverFrente();
    }
    else if (!esqBranco && dirBranco) {
        curvaEsquerda();
    }
    else if (esqBranco && !dirBranco) {
        curvaDireita();
    }
}
}

// ===== Funções auxiliares =====
void moverFrente() {
    motorDir1.setSpeed(vel);
    motorDir2.setSpeed(vel);
    motorEsq1.setSpeed(vel);
    motorEsq2.setSpeed(vel);

    motorDir1.run(FORWARD);
    motorDir2.run(FORWARD);
    motorEsq1.run(FORWARD);
    motorEsq2.run(FORWARD);
}

void curvaEsquerda() {
    motorEsq1.run(BACKWARD);
    motorEsq2.run(BACKWARD);
    motorDir1.run(FORWARD);
    motorDir2.run(FORWARD);
}

void curvaDireita() {
    motorDir1.run(BACKWARD);
    motorDir2.run(BACKWARD);
    motorEsq1.run(FORWARD);
    motorEsq2.run(FORWARD);
}
}
```

Figura 20 – Configuração do sensor magnético e funções de movimento do código em C++

```
void manobraMagnetica() {
    // Aumenta a velocidade para o máximo
    motorDir1.setSpeed(150);
    motorDir2.setSpeed(150);
    motorEsq1.setSpeed(150);
    motorEsq2.setSpeed(150);

    // Direita para frente, esquerda para trás
    motorDir1.run(FORWARD);
    motorDir2.run(FORWARD);
    motorEsq1.run(BACKWARD);
    motorEsq2.run(BACKWARD);

    delay(1255); // Tempo executando a manobra

    // Volta para a velocidade normal
    motorDir1.setSpeed(vel);
    motorDir2.setSpeed(vel);
    motorEsq1.setSpeed(vel);
    motorEsq2.setSpeed(vel);
}
}
```

Figura 21 – Parte final das funções de movimento e do código em C++