

Exercício de lógica fuzzy

O objetivo do exercício é desenvolver um controlador para um robô seguidor de linha utilizando lógica fuzzy.

Os requisitos do controlador fuzzy são os seguintes:

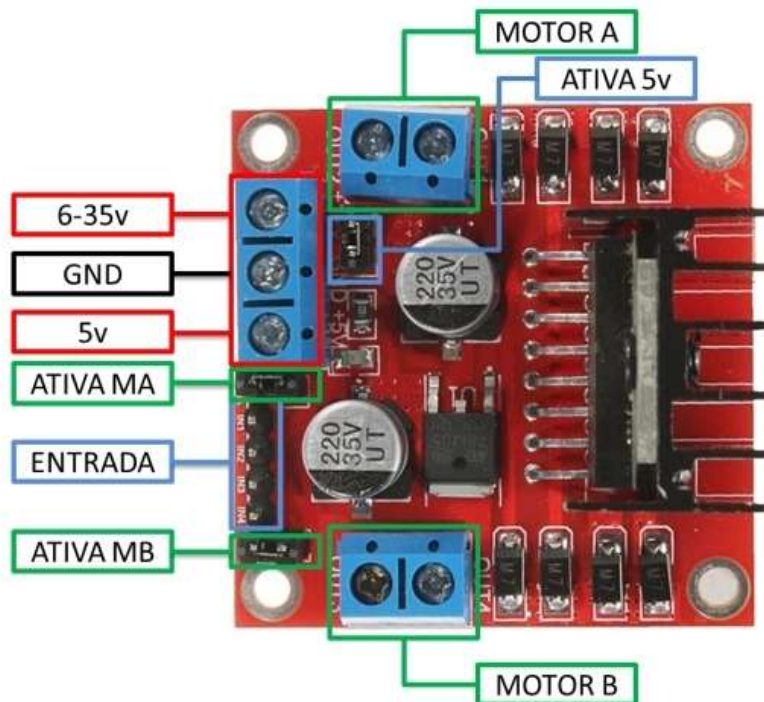
- Utilizar três sensores de entrada (esquerda, centro e direita).
- Para cada sensor elaborar um conjunto fuzzy com três variáveis linguísticas.
- Compor um conjunto de saída com 5 variáveis linguísticas
- Compor as 27 regras resultantes destes conjuntos de modo a manter o robô sobre a linha
- Calcular o valor de disparo de cada regra.
- Compor os valores de cada conjunto de saída pelo máximo.
- Determinar o valor de saída pela média ponderada dos máximos.
- Determinar a velocidade de direção de rotação de cada roda com base no valor de saída.

Deve ser entregue (em pdf) um relatório contendo a descrição do projeto e os códigos fontes utilizados.

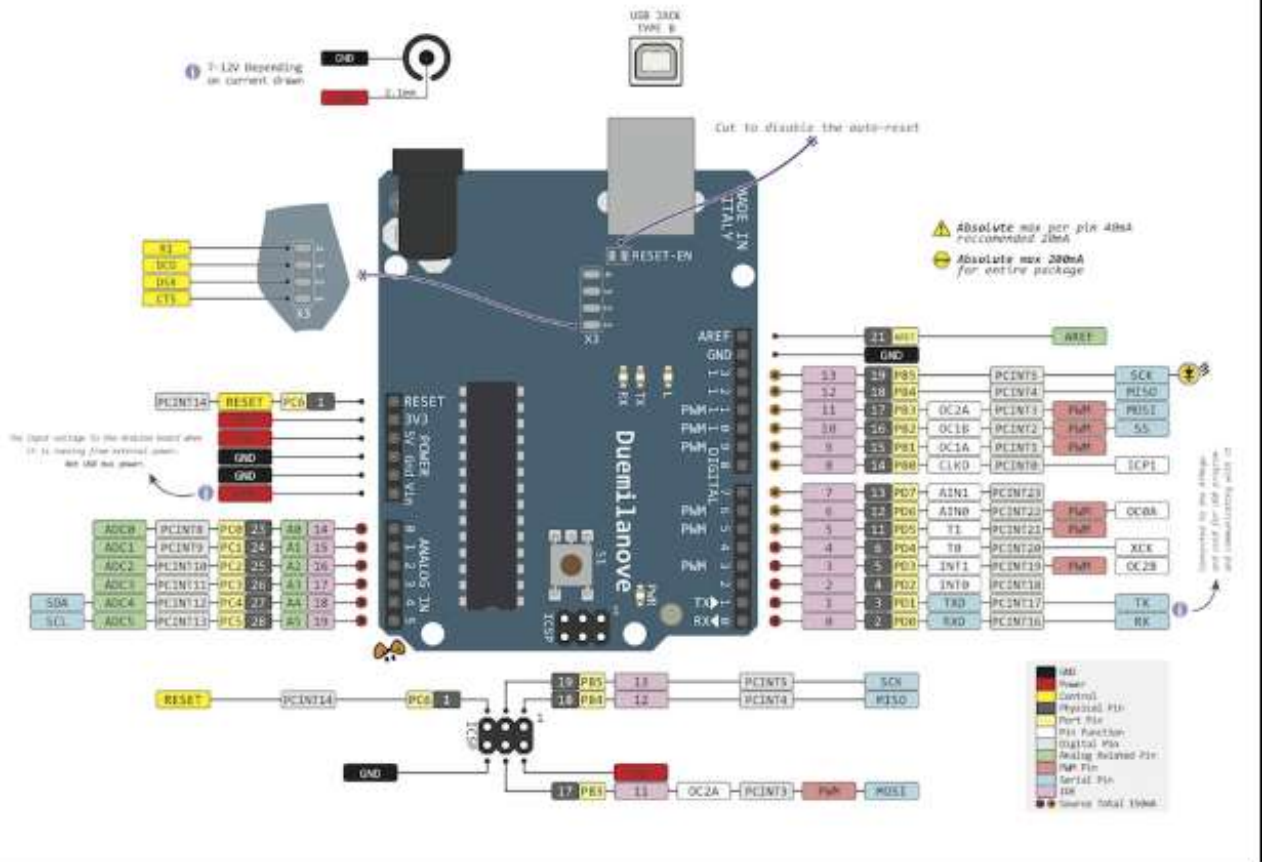
Descrição do robô

O robô é composto por uma carcaça a qual estão conectados 2 motores, um a esquerda e um a direita. Também estão conectados uma bateria, um circuito driver para os motores, um controlador **Arduino Duemilanove** e um conjunto de sensores óticos.

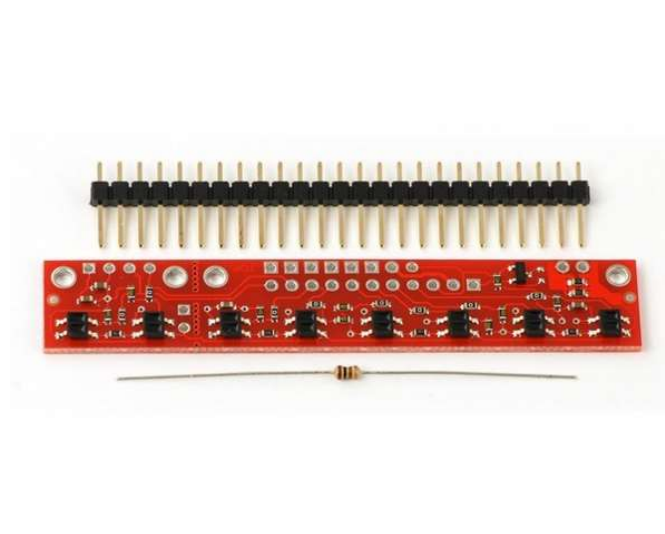
O driver de potência dos motores é do modelo **Ponte H L298N** e já vem montado em uma placa de circuito conforme imagem a seguir.



O controle é realizado por um **Arduino Duemilanove**, cujas características podem ser observadas na figura a seguir.



Os sensores utilizados para a detecção da linha são do tipo QTR-8 da Pololu. A figura a seguir mostra este componente.



Dos 8 sensores que compõe o conjunto serão utilizados apenas os 4 centrais.

A tabela a seguir resume as conexões dos componentes com o Arduino

Pino do Arduino	Componente conectado
A0	Sensor óptico 1 (direita)
A1	Sensor óptico 2 (centro)
A2	Sensor óptico 3 (centro)
A3	Sensor óptico 4 (esquerda)
5	Motor 1 a (direita)
6	Motor 1 b (direita)
9	Motor 2 a (esquerda)
10	Motor 2 b (esquerda)

Exemplos de códigos de teste do robô

Teste dos sensores

```
const int analogInPin1 = A0;
const int analogInPin2 = A1;
const int analogInPin3 = A2;
const int analogInPin4 = A3;

int sensorValue1 = 0;
int sensorValue2 = 0;
int sensorValue3 = 0;
int sensorValue4 = 0;

void setup() {
  // initialize serial communications at 9600 bps:
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {

  sensorValue1 = analogRead(analogInPin1);
  sensorValue2 = analogRead(analogInPin2);
  sensorValue3 = analogRead(analogInPin3);
  sensorValue4 = analogRead(analogInPin4);

  /*
  Serial.print("sensor1 = ");
  Serial.print(sensorValue1);
  Serial.print("\t ");
  Serial.print("sensor2 = ");
  Serial.print(sensorValue2);
  Serial.print("\t ");
  Serial.print("sensor3 = ");
  Serial.print(sensorValue3);
  Serial.print("\t ");
  Serial.print("sensor4 = ");
  Serial.print(sensorValue4);
```

```

Serial.print("\n");
*/
Serial.print(sensorValue1);
Serial.print("\t ");
Serial.print(sensorValue2);
Serial.print("\t ");
Serial.print(sensorValue3);
Serial.print("\t ");
Serial.print(sensorValue4);
Serial.print("\n");

delay(2);
}

```

Teste dos motores

```

const int motor1a = 5;
const int motor1b = 6;
const int motor2a = 9;
const int motor2b = 10;

void setup() {

  pinMode(motor1a, OUTPUT);
  pinMode(motor1b, OUTPUT);
  pinMode(motor2a, OUTPUT);
  pinMode(motor2b, OUTPUT);

  digitalWrite(motor1a, LOW);
  digitalWrite(motor2a, LOW);
}

void loop() {

  analogWrite(motor1b, 255);
  analogWrite(motor2b, 150);

  delay(2);
}

```

Controlador simples

```

// Controle simples para robô seguidor de linha

// Nomes para os pinos de entrada analógica
const int analogInPin1 = A0; // direita
const int analogInPin2 = A1;
const int analogInPin3 = A2;
const int analogInPin4 = A3; // esquerda

// variáveis que armazenam o valor dos sensores
int sensorValue1 = 0;
int sensorValue2 = 0;

```

```

int sensorValue3 = 0;
int sensorValue4 = 0;

// variável para armazenar as médias dos sensores 2 e 3
int sensorValue23 = 0;

// Nomes para os pinos de controle dos motores
const int motor1a = 5; // direita
const int motor1b = 6; // esquerda
const int motor2a = 9; // direita
const int motor2b = 10; // esquerda

void setup() {

    // configura os pinos de controle dos motores como saída
    pinMode(motor1a, OUTPUT);
    pinMode(motor1b, OUTPUT);
    pinMode(motor2a, OUTPUT);
    pinMode(motor2b, OUTPUT);

    // ajusta os motores para andar para frente
    digitalWrite(motor1a, LOW);
    digitalWrite(motor2a, LOW);
}

void loop() {

    // lê os valores dos sensores
    sensorValue1 = analogRead(analogInPin1);
    sensorValue2 = analogRead(analogInPin2);
    sensorValue3 = analogRead(analogInPin3);
    sensorValue4 = analogRead(analogInPin4);

    // calcula a média dos sensores centrais e soma um offset de 50
    sensorValue23 = ((sensorValue2 + sensorValue3) / 2) + 50;

    // controle:

    // se o sensor direito tocar a fita vira para a direita
    if(sensorValue1 > sensorValue23)
    {
        analogWrite(motor1b, 50);
    }
    else
    {
        analogWrite(motor1b, 255);
    }

    // se o sensor esquerdo tocar a fita vira para a esquerda
    if(sensorValue4 > sensorValue23)
    {
        analogWrite(motor2b, 50);
    }
}

```

```
}  
else  
{  
  analogWrite(motor2b, 255);  
}  
}
```

A simulação do circuito pode ser realizada no tinkercad: www.tinkercad.com/
O circuito a seguir é uma sugestão para a simulação do robô.

