



FCI – Faculdade de Computação e Informática

PROJETO CE&E

DESCRITIVO TÉCNICO

**<<ECHOLEE: ESTEIRA QUE
SEPARA OBJETOS POR TAMANHO>>**

André Philipe Andriotti de Moraes
RA: 32013965

Gabriel Kazuiti Aiura
RA: 32047231



Índice

1. Apresentação	03
2. Descritivo técnico	03
3. Lista de componentes	06
4. Metodologia de projeto.....	06
5. Operação e funcionamento da aplicação.....	08
6. Conclusão.....	10
7. Referências Bibliográficas	10
8. Anexos	11



1. Apresentação

O projeto Echolee é uma esteira transportadora desenvolvida com o objetivo principal de conduzir objetos introduzidos a ela e separá-los de acordo com seu tamanho, assim adequando-os ao seu devido local de armazenado. Essa máquina possui um sistema que controla o seu sentido de rotação baseado na altura do objeto em questão, regulada por meio de um canhão de laser e um fotorresistor. Se o objeto for suficientemente alto a ponto de interromper a passagem de luz no canhão, a esteira inverte o sentido do giro e então o objeto é direcionado ao seu devido armazenamento.

O Echolee possui diversas aplicações, principalmente no campo industrial, que exija qualquer tipo de separação de objetos com base em seu tamanho. Apesar de ser em um tamanho menor, ele pode servir de base e/ou inspiração para a construção em proporção industrial. Um bom exemplo para sua aplicação seria na distribuição organizada de caixas para o envio em distribuidoras, visando uma maior eficiência na entrega de encomendas.

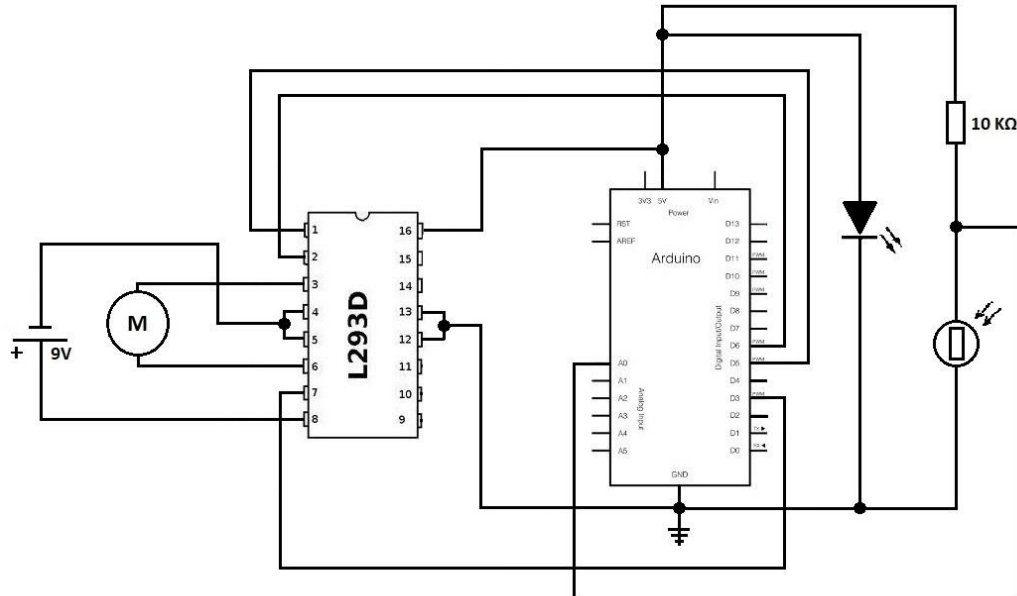
Link para o vídeo: <https://youtu.be/tTeqV6szZD4>

2. Descritivo técnico

O hardware é alimentado por uma bateria de 9V, energizando a trilha positiva superior da protoboard, e pela energia de 5V que o próprio Arduino proporciona, energizando a trilha positiva inferior. Então, a corrente da bateria passa pelo Circuito Integrado L293D como potência 2, cuja função do componente é realizar a inversão da polaridade no motor (Ponte H), e a corrente de 5V, como potência 1. As entradas 1 e 2 do C.I. estão conectadas às saídas digitais 6 e 3 do Arduino respectivamente, o que resultará nessa inversão de polaridade. Já a saída digital 5 é a que coordena a ativação das entradas 1 e 2, e as saídas solo do C.I. retornam aos seus respectivos “grounds”.

Externamente à isso, a corrente de 5V passa por um resistor de 10 kΩ e alimenta um fotorresistor, que está conectado à entrada analógica A0. É com base na corrente depois do resistor que o Arduino controla o sentido do giro. Esse fotorresistor estará ativamente direcionado à um canhão de laser de 5V (representado na Figura 2 por um LED) também ligado à corrente de 5V do Arduino. Ambos os componentes retornam ao ground do Arduino.

Figura 1: Diagrama elétrico/eletrônico do projeto Echolee



Em relação ao código do circuito (software) responsável pela sua funcionalidade, inicialmente são declaradas três variáveis: “pinoHorario” (saída 6, int), “pinoAntiHorario” (saída 3, int) e “sensor” (float). Após isso, o setup inicial é realizado: “Serial.begin”, para ajustar a taxa de transferência em bits por segundo e define-se às saídas 3, 5 e 6 como OUTPUT. Então, o programa entra em um loop, onde é lido os valores recebidos pelo LDR (fotorresistor), atribuídos à variável “sensor”, que é exibido na tela para um melhor controle, e é ativada a rotação do motor (pino 5).

O motor gira no sentido horário de modo constante, ou seja, enquanto nenhum objeto interromper a luz do canhão de laser, a esteira rodará normalmente para a direita, permitindo que objetos menores que a altura do canhão passem. Porém, se um objeto interromper essa luz, a resistência no LDR é alterada e então a esteira passa a rodar para a esquerda (devido à inversão da polaridade) por um tempo suficiente para objetos maiores passem tranquilamente. Esse processo está na estrutura condicional do programa (linhas 19-32). Por fim, é aplicado um pequeno delay para melhor funcionamento do conjunto.

Figura 2: Simulação no Tinkercad do projeto Echolee

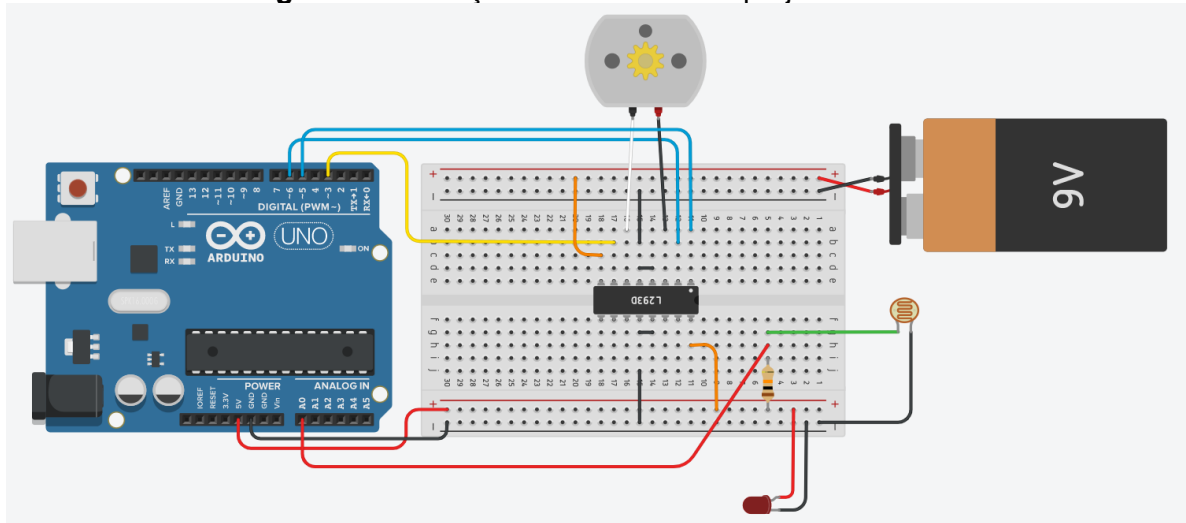


Figura 3: Código do Arduino do projeto Echolee

```

1  int pinoHorario = 3;
2  int pinoAntiHorario = 6;
3  float sensor;
4
5  void setup()
6  {
7    Serial.begin(9600);
8    pinMode(5, OUTPUT); // Ativa a rotação do motor
9    pinMode(pinoHorario, OUTPUT);
10   pinMode(pinoAntiHorario, OUTPUT);
11 }
12
13 void loop()
14 {
15   sensor = analogRead(A0); // Leitura do LDR
16   Serial.println(sensor); // Monitoramento
17   digitalWrite(5, HIGH);
18
19   if(sensor > 100) // Sentido AntiHorário (ajustar a resistência)
20   {
21     digitalWrite(pinoHorario, LOW);
22     delay(30);
23     digitalWrite(pinoAntiHorario, HIGH);
24     delay(7000); // Tempo para que o objeto seja separado
25   }
26
27   else // Sentido Horário
28   {
29     digitalWrite(pinoAntiHorario, LOW);
30     delay(30);
31     digitalWrite(pinoHorario, HIGH);
32   }
33   delay(10);
34 }

```

Link para a simulação: <https://www.tinkercad.com/things/iGQ5AxhrOk4>



3. Lista de componentes

Tabela 1: Lista de componentes do projeto Echolee

Quantidade	Descrição
1	Arduino UNO R3
1	Motor DC 12V
1	Circuito Integrado L293D
1	Canhão de laser 5V
1	Fotorresistor
1	Resistor 10 kΩ

Tabela 2: Lista de materiais do projeto Echolee

Quantidade	Descrição
1	Bateria 9V
1	Protoboard
2	Tubos de ferro
1	Engrenagem
2	Ferro (3 mm)
1	Borracha EVA (1 m x 1,4 m)
1	Suporte de plástico
13	Peças de MDF
20	Fios para conexão

4. Metodologia de projeto

A ideia inicial de um cachorro que poderia "farejar" e identificar um objeto foi a primeira de nossas ideias, todavia esta seria inviável devido à dificuldade dos obstáculos que teríamos que enfrentar. Então, durante um brainstorm, decidimos construir uma esteira seletora, capaz de diferir objetos de acordo com o tamanho do material, assim, objetos grandes seriam alocados para um certo local e objetos pequenos, para outro.

Após vários debates, entramos em um consenso e entendemos que utilizar um diodo de laser e um sensor de luz (LDR), com o auxílio de um Arduino, seria a opção mais viável e eficaz para que a esteira reconhecesse objetos altos, levando-os para outra direção diferente da inicial, a qual iriam os objetos menores. Já na idealização do projeto, pensamos bastante em qual material usar para a esteira, uma vez que ele precisaria ter uma boa força de atrito, para que os objetos, não deslizassem durante o trajeto da esteira, e ao mesmo tempo uma maleabilidade considerável. Portanto, escolhemos o EVA como material ideal para essa funcionalidade e tábuas de MDF para a estrutura e sustento da máquina.



Para mover a esteira, selecionamos um motor DC de 12V, a qual rodaria o tubo estruturado em uma das pontas da esteira, fazendo com que a outra ponta também gire por estarem conectados pelo EVA. Para a alimentação do dispositivo, utilizamos a própria fonte do arduino (5V) e uma bateria de 9V para energizar o motor.

Diante da necessidade de uma constante inversão de polaridade para que o motor possa rodar para ambos os lados, pesquisamos a fundo maneiras de realizar esse sistema de ponte H. Chegamos à conclusão de que o circuito integrado L293D seria perfeito para a aplicação desejada, devido sua compactabilidade e eficiência.

Primeiramente, os materiais que usamos no projeto foram comprados de forma online, com excessão das tábuas que precisariam ser cortadas em tamanhos específicos. Com materiais em mão, iniciamos a construção do projeto pintando as tábuas e montando a parte eletrônica do Echolee, a qual já fora projetada anteriormente no simulador Tinkercad. Após isso, furamos as rodela e duas peças de MDF, grudamos tudo com cola quente e encaixamos o EVA cuidadosamente. Por fim, juntamos o motor ao ferro de 3 mm e soldamos os fios necessários.

Em relação ao software, foi necessário usar codificações que analisariam constantemente a atividade do fotorresistor, pois ao gerar uma "interferência" na passagem de luz, a resistência do sensor alterará e o sentido de rotação do motor se inverterá, separando devidamente os objetos maiores e menores que a altura do laser. Essa análise constante pode ser observada no loop do código (linhas 13-34), como mostra a figura abaixo:

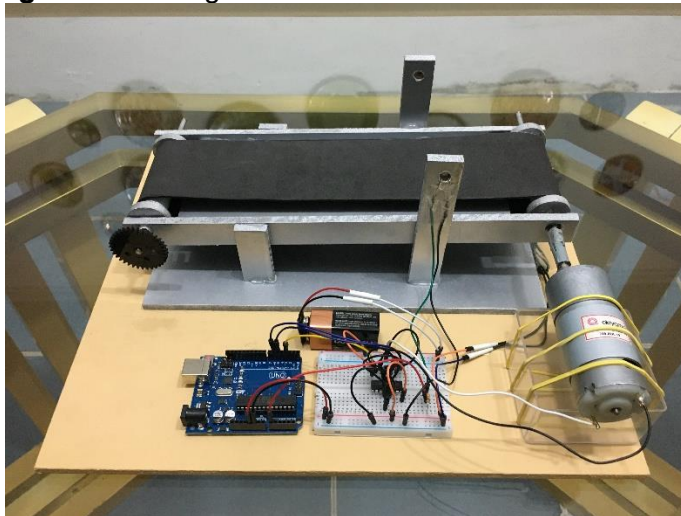
Figura 4: Loop do código do projeto Echolee

```
13 void loop()
14 {
15     sensor = analogRead(A0); // Leitura do LDR
16     Serial.println(sensor); // Monitoramento
17     digitalWrite(5, HIGH);
18
19     if(sensor > 100) // Sentido AntiHorário (ajustar a resistência)
20     {
21         digitalWrite(pinoHorario, LOW);
22         delay(30);
23         digitalWrite(pinoAntiHorario, HIGH);
24         delay(7000); // Tempo para que o objeto seja separado
25     }
26
27     else // Sentido Horário
28     {
29         digitalWrite(pinoAntiHorario, LOW);
30         delay(30);
31         digitalWrite(pinoHorario, HIGH);
32     }
33     delay(10);
34 }
```

5. Operação e funcionamento da aplicação

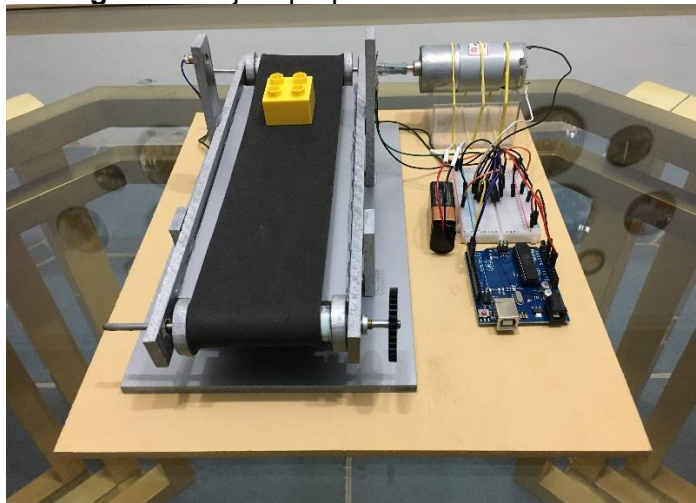
Na figura abaixo está o Echolee, uma esteira seletora que por meio de um motor DC gira o eixo de rotação e movimenta a esteira. Para que a máquina cumpra seu objetivo, o Arduino possibilita que o programa altere o sentido de rotação ao detectar objetos maiores.

Figura 5: Montagem eletrônica e estrutural do Echolee



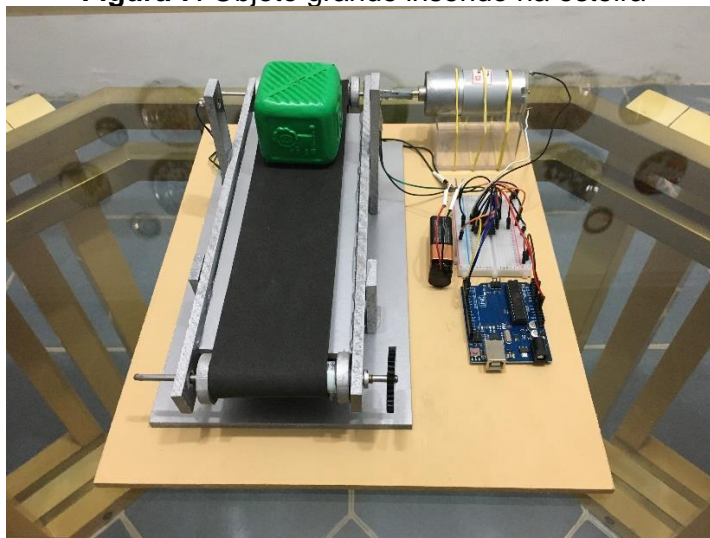
Ao inserirmos objetos pequenos, estes passam por baixo do canhão de laser, não interferindo no feixe de luz e na resistência do LDR, logo a esteira continuará seu movimento de rotação padrão e, por consequência, alocará esses objetos no devido destino (à direita).

Figura 6: Objeto pequeno inserido na esteira



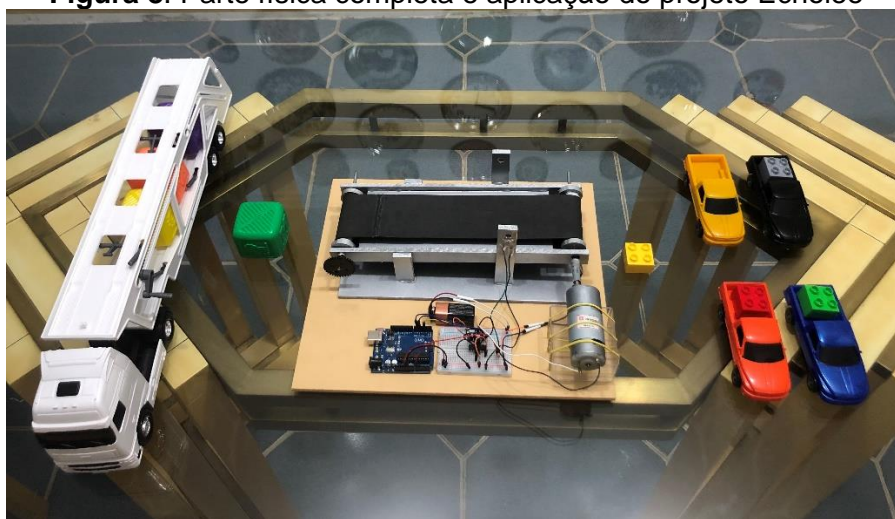
Todavia ao inserirmos objetos grandes, ocorre uma interferência no feixe de luz e na resistência do LDR ao passar pelo laser, fazendo com que a esteira se mova para o lado oposto até que o objeto seja separado completamente no devido destino (à esquerda).

Figura 7: Objeto grande inserido na esteira



De tal forma, é possível identificar e organizar objetos maiores e menores em polos diferentes da esteira, onde podem ser trabalhados com maior eficiência em diversos cenários, como por exemplo a separação de caixas em uma transportadora, enviando-as para o transporte de entrega adequado.

Figura 8: Parte física completa e aplicação do projeto Echolee





6. Conclusão

O projeto Echolee a princípio pretendia ser um "cão farejador", que através de sensores, identificaria objetos, todavia esta ideia não pode ser executada pela dificuldade em selecionar e encontrar os materiais certos para construção do protótipo. Assim, o projeto passou para o plano B, a esteira seletora, cuja possibilidade de sucesso e disponibilidade de material para sua montagem era muito maior.

Porém, mesmo escolhendo a esteira como projeto principal, nos deparamos com alguns problemas durante a sua montagem. Primeiramente, a escolha do material para a esteira, pois deveria ter maleabilidade e atrito suficientes para sua função, portanto o EVA foi escolhido após varios testes com outros materiais (tecido de roupa, TNT etc). Após resolvermos esse problema, outro surgiu: as engrenagens encomendadas não encaixavam no motor, assim precisamos pensar em outros meios para que a esteira pudesse girar, e então percebemos que, se o motor fosse conectado diretamente ao ferro, sua eficiência seria melhor. Mesmo após isso, a esteira não rodou, devido a falta de potência do motor. Então, encomendamos um novo motor que realiza menos rotações por minuto e possui uma potência e amperagem muito maiores que seu antecessor. Por fim, após enfrentarmos todos esses obstáculos, o projeto obteve êxito: a esteira finalmente se movimenta de maneira correta, identificando objetos de acordo com sua altura e alterando seu sentido de rotação sem problema algum.

Dentre os pontos importantes do Echolee, a estrutura física da esteira mostrou ser extremamente funcional, com tubos encaixados nas pontas da máquina e o EVA ao redor, fornecendo uma rotação equilibrada e fluida ao projeto. Além disso, o C.I. L293D em paralelo ao software programado realizaram um papel excepcional na funcionalidade da esteira, proporcionando a inversão de polaridade (ponte H) de modo simples e eficaz. Frente a isso, o mundo contemporâneo apresenta-se no ápice da globalização e dos métodos de produção terceirizados, portanto, o Echolee pode contribuir principalmente para automatização das fábricas, praticidade em serviços de entrega e separação de dejetos em lixões, fornecendo a eficiência necessária para suprir a alta demanda de produção do século XXI.

7. Referências Bibliográficas

MAGANHA, Gabriel. *Conheça a Ponte H e seus principais circuitos*. 13 março 2017. YouTube. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=wHr3JmXi_Ts. Acesso em: 15 março 2020.

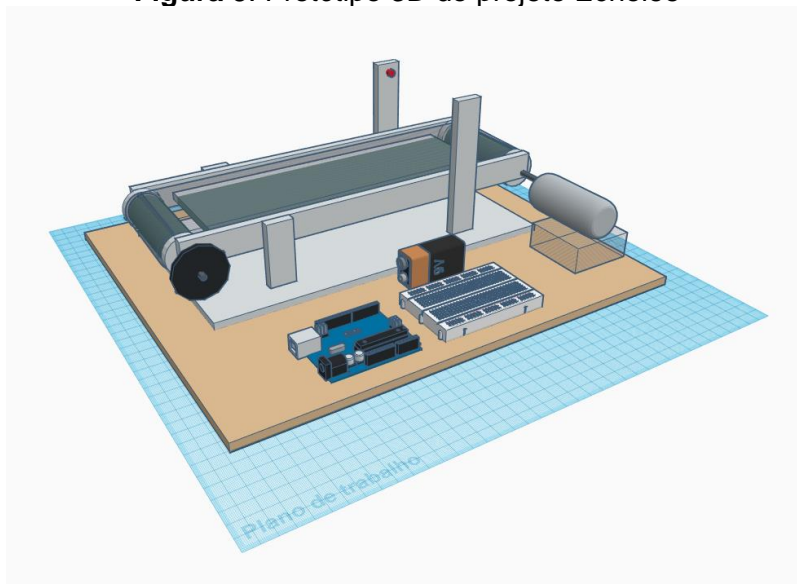
CHANNEL, FIUZA. *TCC – Esteira Automatizada*. 12 outubro 2013. YouTube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Set4Jf4k3xw>. Acesso em: 18 março 2020.

Torfresma. *Linha Automática de Hambúrguer | Torfresma Industrial*. 18 agosto 2015. YouTube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qdwLtmR3kYA>. Acesso em: 05 abril 2020.

GUIMARÃES, Flávio. *Você consegue controlar uma esteira de produção com Arduino?*. 05 abril 2019. YouTube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=U0yIS8JP0ig>. Acesso em: 15 março 2020.

8. Anexos

Figura 9: Protótipo 3D do projeto Echolee



Link para o protótipo 3D: <https://www.tinkercad.com/things/h85DjXRyg00>

Figura 10: Diagrama elétrico/eletrônico do Circuito Integrado L293D

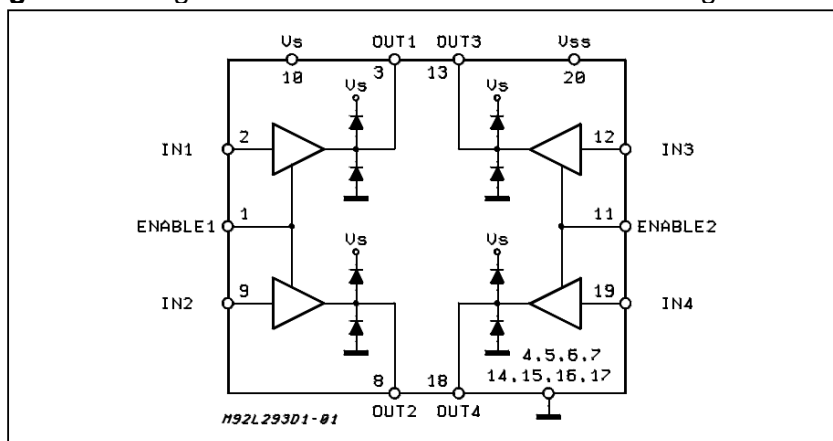




Tabela 3: Datasheet do Circuito Integrado L293D (características elétricas)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (for each channel, $V_S = 24\text{ V}$, $V_{SS} = 5\text{ V}$, $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 10)		V_{SS}		36	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 20)		4.5		36	V
I_S	Total Quiescent Supply Current (pin 10)	$V_I = L$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		2	6	mA
		$V_I = H$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		16	24	mA
		$V_{en} = L$			4	mA
I_{SS}	Total Quiescent Logic Supply Current (pin 20)	$V_I = L$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		44	60	mA
		$V_I = H$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		16	22	mA
		$V_{en} = L$		16	24	mA
V_{IL}	Input Low Voltage (pin 2, 9, 12, 19)		-0.3		1.5	V
V_{IH}	Input High Voltage (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		V_{SS}	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
I_{IL}	Low Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{IL} = 1.5\text{ V}$			-10	μA
I_{IH}	High Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$2.3\text{ V} \leq V_{IH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$		30	100	μA
$V_{en L}$	Enable Low Voltage (pin 1, 11)		-0.3		1.5	V
$V_{en H}$	Enable High Voltage (pin 1, 11)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		V_{SS}	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
$I_{en L}$	Low Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$V_{en L} = 1.5\text{ V}$		-30	-100	μA
$I_{en H}$	High Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$2.3\text{ V} \leq V_{en H} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$			± 10	μA
$V_{CE(sat)H}$	Source Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = -0.6\text{ A}$		1.4	1.8	V
$V_{CE(sat)L}$	Sink Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = +0.6\text{ A}$		1.2	1.8	V
V_F	Clamp Diode Forward Voltage	$I_O = 600\text{ nA}$		1.3		V
t_r	Rise Time (*)	0.1 to 0.9 V_O		250		ns
t_f	Fall Time (*)	0.9 to 0.1 V_O		250		ns
t_{on}	Turn-on Delay (*)	0.5 V_I to 0.5 V_O		750		ns
t_{off}	Turn-off Delay (*)	0.5 V_I to 0.5 V_O		200		ns

Link para o Datasheet do C.I. L293D:

https://www.arduino.cc/documents/datasheets/H-bridge_motor_driver.PDF