

PROTÓTIPO DE UMA ESTEIRA TRANSPORTADORA UTILIZANDO CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0: APLICAÇÃO EM UMA MAQUETE DIDÁTICA ¹

PROTOTYPE OF A CONVEYOR BELT USING INDUSTRY 4.0 CONCEPTS: APPLICATION IN A DIDACTIC MODEL.

Jândis Aparecido de Souza Júnior²

RESUMO

O conceito da indústria 4.0 está cada dia mais presente na vida das pessoas e nos trabalhadores da indústria, incluindo o setor logístico que incorpora os preceitos da logística 4.0. O objetivo deste trabalho é realizar um estudo aplicado ao desenvolvimento de uma esteira para uma maquete de um centro de distribuição. A maquete foi projetada para ser utilizada como uma ferramenta didática e de difusão do conhecimento no Centro Tecnológico da UFSC em Joinville e escolas da rede de ensino público de Joinville. Inicialmente criou-se o modelo da esteira utilizando o software Solidworks, estudou-se a tecnologia RFID, criou-se o protótipo em madeira. Em sequência desenvolveu-se o circuito eletrônico dos motores, a lógica de programação utilizada no arduino e realizado testes de funcionamento. Por fim, é realizada uma análise mostrando todo seu processo de montagem e funcionamento, incluindo assim, seus resultados.

Palavras chave: Esteira, Maquete, Arduíno. Logística. Automação

ABSTRACT

The concept of Industry 4.0 is becoming increasingly present in people's lives and in the industry workforce, including the logistics sector that incorporates the principles of Logistics 4.0. The objective of this work is to conduct a study applied to the development of a conveyor belt for a distribution center model. The model was designed to be used as an educational and knowledge dissemination tool at the UFSC Technological Center in Joinville and public schools in Joinville. Initially, the conveyor belt model was created using Solidworks software. The RFID technology was studied, and a wooden prototype was created. Subsequently, the electronic circuitry of the motors was developed, along with the programming logic used in Arduino, and functionality tests were performed. Finally, an analysis is conducted, showing the entire assembly and operation process, including its results.

Keywords: Conveyor belt, 4.0 Industry, Arduino, model

¹ Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel no Curso de Bacharelado em Ciências e Tecnologia, Centro Tecnológico de Joinville (CTJ), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob orientação da Dra. Francielly Hedler Staudt e coorientação do DR. Carlos Maurício Sacchelli.

² Bacharelado em Ciências e Tecnologia - email? jandis.junior@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A indústria 4.0 altera a condução dos processos produtivos, trazendo consigo um nível de automação e digitalização. “As transformações associadas ao conceito da Indústria 4.0 apresentam potencial para aumentar a flexibilidade, a velocidade, a produtividade e a qualidade dos processos de produção” (BCG, 2015).

A aplicação dos conceitos da indústria 4.0 em diversos setores visa melhorar a eficiência, a produtividade e a competitividade das empresas. No segmento logístico, a adoção desses conceitos é fundamental para otimizar as operações e garantir a excelência na gestão dos fluxos de materiais.

Segundo Deloitte (2014), McKinsey (2016) e Schwab (2016), a quarta revolução industrial, que iniciou na primeira década do século XXI, caracterizada pela digitalização da produção possibilitou a personalização da produção em massa, caracterizada pela internet ubíqua e móvel, sensores menores com menos alcance e a inteligência artificial, possibilitando mudanças na forma de produção e consumo, desencadeando o desenvolvimento de novos modelos de negócios.

Neste trabalho serão abordados os principais conceitos da indústria 4.0, destacando sua relevância para o setor logístico, discutindo os desafios para implementação e soluções propostas para superá-los.

Neste estudo, utilizamos o método exploratório para o aprimoramento de ideias e explorar novas intuições. Segundo Gil (2002), essas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir novas hipóteses.

De acordo com Toledo e Shiaishi (2009), o presente estudo tem um caráter descritivo exploratório que traça uma sequência de eventos ao longo de um determinado período de tempo, descrevendo uma subcultura, ou melhor, um determinado fenômeno dentro de uma realidade singular.

O objetivo principal foi a criação de uma esteira transportadora utilizando conceitos da indústria 4.0 em uma maquete de um centro de distribuição. A maquete foi construída com o intuito de simular e representar, de forma visual e prática, as principais características e funcionalidades de um armazém logístico moderno, demonstrando tecnologias e técnicas atualmente utilizadas pela logística 4.0, sendo utilizada como ferramenta didática e de difusão do conhecimento no Centro Tecnológico da UFSC em Joinville e escolas da rede de ensino público da cidade de Joinville.

A esteira transportadora é um dos componentes fundamentais de um centro de distribuição, sendo responsável pelo transporte eficiente e seguro de mercadorias ao longo de um determinado trajeto. Ao aplicar conceitos da indústria 4.0, são incorporadas tecnologias de sensores e sistemas de comunicação, a fim de tornar o processo de transporte inteligente e integrado.

A estrutura deste artigo apresenta uma breve revisão teórica sobre a metodologia aplicada, desenvolvimento, resultados e análises utilizando algumas tecnologias da indústria 4.0.

2. AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

De acordo com Deloitte (2016), a primeira revolução industrial, que ocorreu na segunda metade do século XVIII até a metade do século XIX, caracterizou - se pela introdução da máquina a vapor, que usou a água e o vapor para mecanizar a produção que antes era essencialmente artesanal.

As primeiras esteiras transportadoras datam meados do século XVII, quando eram utilizadas principalmente para o transporte popular de materiais a granel, em sacos de grãos. Esse mecanismo era composto por correias, feitas de lona, couro ou borracha, que se deslocavam sobre a cama de madeira lisa (REDUTORES IBR, 2016).

“A segunda revolução industrial, que ocorreu entre meados do século XIX até a primeira metade do século XX, caracterizou - se pelo advento da energia elétrica facilitando as linhas de produção e a produção em massa” (MCKINSEY, 2016).

Nesta Revolução, as esteiras tiveram influência no aumento da escala de produção e no processo fabril. Foi nesse período, que as esteiras foram relacionadas com teorias para diminuir o tempo e o custo da produção e consequentemente aumentar os lucros da empresa (REDUTORES IBR, 2016).

Boettcher (2015) explica que durante o processo da Revolução das Indústrias o uso de novas tecnologias se tornou um fator essencial, para o crescimento e modernização, viabilizando o aumento dos lucros. Em 1870 pela demanda tecnológica e movido pelas inovações, surge a Terceira Revolução Industrial.

Schwab (2016) diz que, a terceira revolução industrial, que se desenvolveu na segunda metade do século XX, se caracterizou pela implementação de componentes eletrônicos e tecnologia que permitiram a automação dos processos produtivos.

As Indústrias 3.0 configuram-se pela utilização de várias fontes de energia; uso crescente de recursos da informática; aumento da consciência ambiental; diminuição crescente do desemprego, pois a mão-de-obra passou a ser substituída por máquinas cada vez mais modernas; ampliação dos direitos trabalhistas; globalização; surgimento de potências industriais; massificação dos produtos tecnológicos (SILVA *et al*, 2012).

“Frente a essa intensa modernização, mudança social, cultural e econômica, assim como tem feito ao longo dos anos, o homem continuou investindo em desenvolvimento tecnológico e assim nasce a Indústria 4.0” (SAKURAI; ZUCHI. 2018. p. 484).

A revolução da Indústria 4.0, também conhecida como Quarta Revolução Industrial, refere-se à integração de tecnologias digitais e físicas no setor industrial, com o objetivo de transformar radicalmente os processos de produção e os modelos de negócios. “Estamos no início de uma revolução que está mudando fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos um com o outro”. (SCHWAB 2016, p. 1).

A Indústria 4.0 é o produto de uma profusão de tecnologias aplicadas ao ambiente de produção, o que Schwab (2016) nomeia de “megatendências”, como os Cyber - Physical Systems (CPS), a Internet of Things (IoT), a Internet of Services (IoS), veículos autônomos, impressoras 3D, robôs avançados, inteligência artificial, Big Data, nanomateriais e nanosensores (SCHWAB, 2016; CNI, 2016; BCG, 2015a).

As tecnologias estão sendo utilizadas para conectar máquinas, sistemas e ativos industriais, permitindo a coleta e análise de grandes volumes de dados.

A digitalização dos processos de produção, incluindo o uso de sensores e dispositivos conectados para monitorar e controlar máquinas e equipamentos, o compartilhamento de

informações em tempo real entre diferentes partes da cadeia de suprimentos e a automação de tarefas anteriormente por humanos, são as principais características da Indústria 4.0.

“A dimensão do trabalho mudou com a evolução dos sistemas de produção. A cada revolução industrial o perfil exigido dos trabalhadores foi se modificando, passando do trabalho manual para o intelectual” (AIRES; FREIRE; SOUZA, 2016).

As demandas dos consumidores somadas às novas capacidades produtivas e tecnológicas levarão à criação de novos modelos de negócios e serviços orientados a atender às demandas individuais dos clientes e fornecer soluções para problemas em um contexto caracterizado por redes e cooperação entre parceiros de negócios (BUHR, 2017; SCHWAB, 2016; CNI, 2016; KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

De acordo com Tessarini e Saltorato (2018), o potencial da Indústria 4.0 somente poderá ser compreendida os possíveis impactos futuros que podem ou não ser confirmados a depender da capacidade do movimento em superar desafios presentes. “O aumento da qualidade, redução de custos, processos mais seguros e mais eficientes, menor tempo de produção e preços mais acessíveis, permitindo assim a adaptação às exigências e competitividade dos produtos no mercado” (ROSÁRIO, 2009).

2.1 ESTEIRAS TRANSPORTADORAS

As esteiras rolantes, ou esteiras transportadoras, são equipamentos compostos por duas ou mais polias acionadas geralmente por motores que giram em um eixo, transferindo o movimento de giro para um movimento linear em uma superfície. Esse tipo de plataforma em movimento auxilia no transporte de pessoas, materiais, cargas e objetos, proporcionando maior agilidade, facilidade e menor custo ao tráfego. (REDUTORES, 2023)

Segundo Perazzoli (2021) a correia é o elemento que está sempre em contato direto com o material a ser transportado, sendo elemento principal de uma esteira transportadora. A correia utilizada em uma esteira transportadora é um componente fundamental. Geralmente, produzidas com materiais duráveis, borracha, PVC ou poliuretano, que são capazes de resistir ao desgaste causado pelo atrito contínuo com os materiais transportados. A correia é suportada por roletes ou tambores localizados nos extremos da esteira e pode ser tensionada para garantir seu alinhamento adequado.

A primeira esteira rolante patenteada foi registrada pelo inventor Alfred Speer, em 1881. Mas, somente em 1893, foi construída, em Chicago, a primeira esteira rolante que entraria em operação. Na sua capacidade total de carga, era capaz de transportar até 31.680 pessoas por hora. Em 1900, Speer e Max Schmidt apresentaram uma nova esteira ao público durante a Paris Exposition Universelle. Ambos criaram projetos e desenvolveram ideias para melhorar o tráfego da cidade na época utilizando esteiras rolantes. Entretanto, preocupações com manutenção do equipamento, medidas de segurança para pessoas utilizarem em dias de chuva ou neve aliados à confiança popular nos ônibus e trens urbanos, fez com que os projetos de esteiras rolantes fossem esquecidos. (REDUTORES IBR, 2016).

A movimentação da esteira é realizada por motores elétricos localizados em um dos extremos da esteira ou distribuídos ao longo de seu comprimento, dependendo do projeto e das necessidades específicas de transporte. Os motores são responsáveis por acionar os

tambores ou roletes, que por sua vez movem a correia, permitindo o deslocamento dos materiais. Segundo Perazzoli (2021) os motores elétricos são os mais utilizados, pois apresentam a vantagem de utilizar a energia elétrica com uma facilidade de transporte, limpeza, simplicidade de controle, custo relativo com engenharia básica de montagem simples e um grau de adaptação a diferentes cargas. “Cada transportador de correia apresenta características individuais e peculiares conforme sua aplicação e material a ser transportado e perfil do terreno e as distâncias e diferentes elevações entre o carregamento e a descarga do material” (NBR 6177, 2016).

Segundo Cardoso (2020), as esteiras transportadoras são elementos importantes nos sistemas de processamento industrial devido à redução da mão-de-obra necessária para executar as mesmas atividades, sendo utilizados como meio de transferência eficiente, permitindo que o processo seja executado em menores espaços no layout da produção.

2.2 USO DE MAQUETES NO ENSINO DA ENGENHARIA

O ensino das engenharias no Brasil é extremamente focado na resolução de exercícios numéricos, dissolução e entendimento de teoria e simulação de projetos sem integração com as demais disciplinas ofertadas pelas Universidades. Na grande maioria das Universidades do Brasil é utilizado o método de aprendizagem passiva, ou método tradicional, onde o professor é figura central da aprendizagem do aluno, utilizando apenas aulas expositivas e verbais, ensaios roteirizados em laboratório e um extenso uso da memória. Há também a falta de integração da teoria com a prática real, o que leva a uma maior dificuldade de inserção do novo engenheiro no mercado de trabalho (VILAS-BOAS, 2011).

Visto essa dificuldade de aprendizado nos cursos de engenharia, é possível evidenciar esforços para melhorar a qualidade de ensino nas Universidades. Segundo Costa e Costa Neto (2019), uma tendência percebida na atualidade são os usos de recursos como softwares, maquetes, jogos, feiras e visitas técnicas.

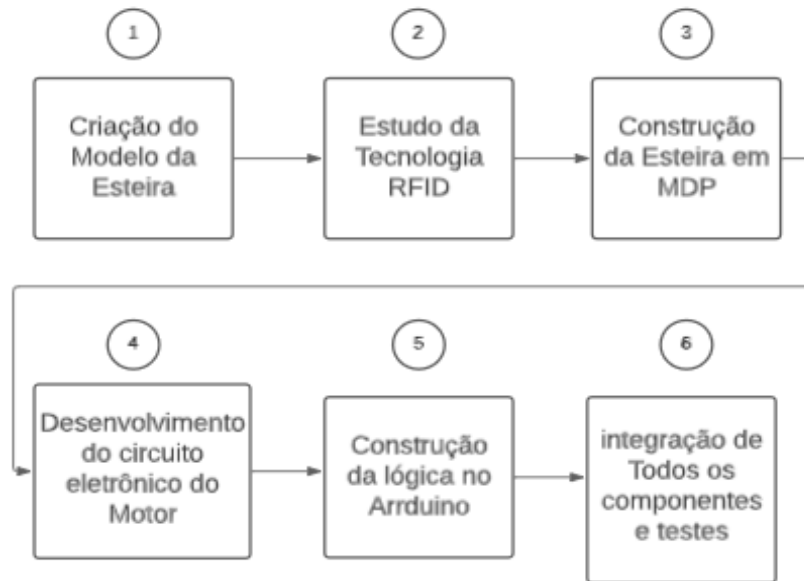
Visando a melhora do Ensino na Universidade Federal de Santa Catarina, foi desenvolvida uma maquete de um centro de distribuição logístico onde contém a esteira transportadora mencionada neste trabalho. Segundo Gomes, Silva e Oliveira (2020) a maquete trata-se de um recurso didático que permite a visualização tridimensional de forma clara, facilitando a compreensão do projeto. As maquetes físicas são representações de objetos de forma tridimensional em escala reduzida, real ou ampliada, que possibilitam ao observador apropriar-se do objeto por meio de sua manipulação e visualização.

3 METODOLOGIA APLICADA AO PRODUTO.

3.1 MAQUETE

Neste trabalho foi criado um protótipo de uma esteira transportadora automatizada seguindo o cronograma apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do projeto



Fonte: o Autor. (2023)

Primeiramente criou-se o protótipo da esteira no software SolidWorks. Após a criação do protótipo no SolidWorks e o estudo da tecnologia RFID, começou-se a construção da esteira com MDP reutilizado e materiais para fixação. Utilizou-se o tempo de estudo da tecnologia RFID também para compras de materiais eletrônicos

Seguindo o fluxograma apresentado na figura 1, com o término da construção da esteira, iniciou-se o desenvolvimento do circuito eletrônico de motor. Nesta etapa foi feito o uso de um motor com redução de 5 Volts, os eixos rotativos e uma ponte H DRV8833, descritos no item 3.1.2. Concluiu-se esta etapa quando foi definido o material que seria utilizado para a correia da esteira. Este item é melhor discutido na seção 4 deste trabalho.

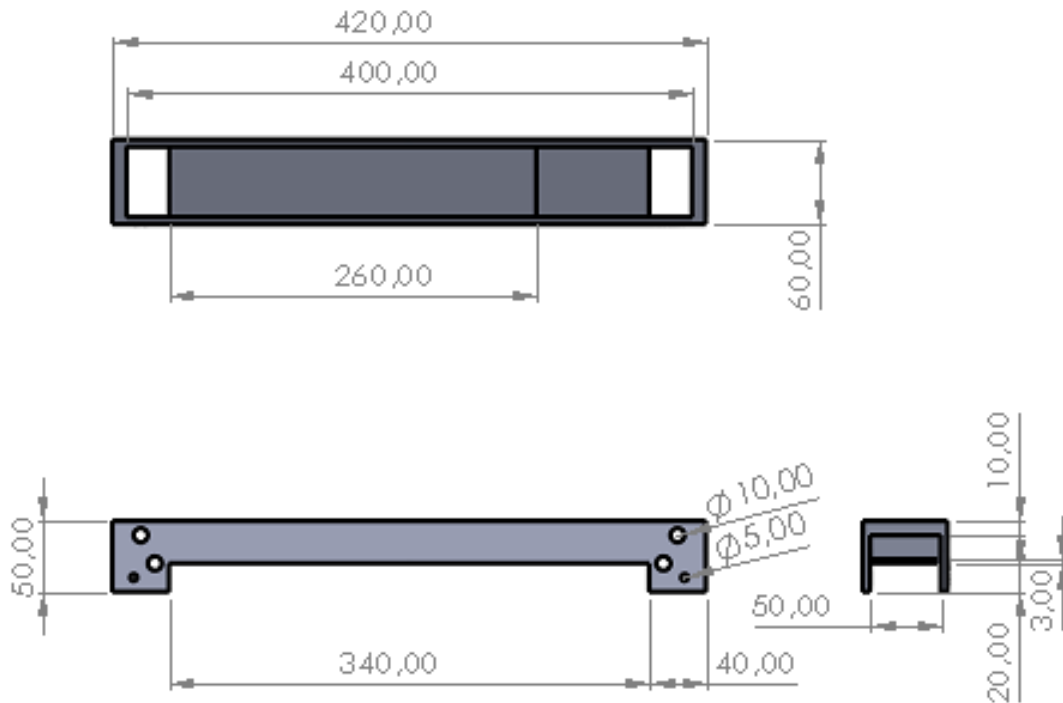
Em seguida, foi utilizado o Arduino Mega 2560 se usufruindo da linguagem C++ para a construção do algoritmo, o módulo RFID MFRC522 para acionar e desativar a esteira transportadora, e o módulo laser e o módulo receptor laser utilizados como fim de curso, conforme itens 3.1.5, 3.1.4, e 3.1.3 respectivamente.

Depois de todas as etapas de construção estarem finalizadas, todo o sistema eletrônico da esteira foi integrado no Arduino, e foram feitos diversos testes, melhores abordados na seção 4 deste trabalho.

Como dito anteriormente, a esteira transportadora foi desenvolvida para uma maquete de um centro de distribuição logístico. A maquete tem um tamanho total de 1,20m x 0,80m, sendo reservado para a esteira, uma área total de 0,075m², sendo 0,50m de comprimento e 0,15 de largura.

Na figura 2, temos a modelagem 3D da estrutura da esteira transportadora, feita com o auxílio do programa SolidWorks respeitando as dimensões especificadas da maquete

Figura 2 - Projeto no SolidWorks



Fonte: o Autor (2023).

3.1.1 Estrutura

Com a modelagem em 3D da esteira, foi construída a estrutura com MDP com base no modelo criado. Segundo Teixeira (2010), o MDP é um painel de partículas de madeira em camadas aglutinadas com resina sintética, submetida a alta temperatura e pressão. A madeira utilizada neste projeto foi obtida através do desmonte e reutilização de chapas em boas condições. Para fixação das partes da esteira, utilizou-se cola adesivo instantâneo da marca Tekbond, e dois pares de parafusos e porca M6 x 55 mm. Após a montagem da esteira, pintou-se com tinta azul, para ficar da mesma cor que os outros itens existentes na maquete.

3.1.2 Movimentação

O eixo rotativo criado, utilizou uma Polia GT2, 30 cm de cano PVC de 20mm e uma arruela. O eixo tem a função de transmitir o movimento rotacional do motor para a cinta, assim fazendo com que ela se mova conforme o funcionamento do motor.

Figura 3 - Eixo rotativo



Fonte: o Autor (2023).

A principal força motriz do sistema foi proporcionado um motor DC com caixa de Redução, alimentado com 6 Volts via o módulo Ponte H DRV8833.

Figura 4 - Motor



Fonte: Robocore (2023).

A ponte H é alimentada com uma fonte de 9 volts, conectados aos pinos VM e GND. Conectaram-se aos pinos Bin1 e Bin2 da ponte H, as saídas 13 e 12 do Arduino Mega 2560 para controle do sentido de rotação do motor. Para o pino Stby, configurou-se um pino do arduino como sinal de saída PWM para controlar a rotação e a tensão no motor.

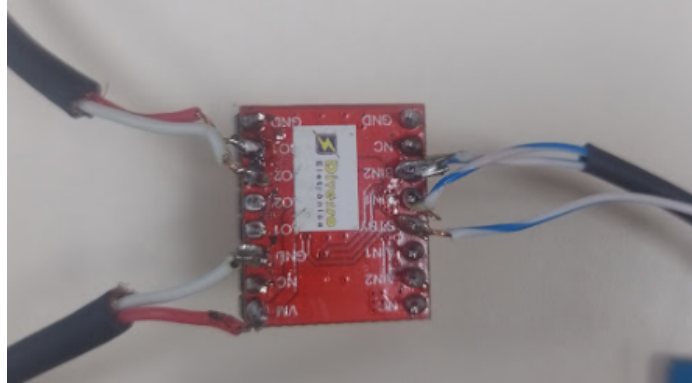
Segundo Souza (2014), PWM é uma técnica utilizada por sistemas digitais para variação do valor médio de uma forma de onda periódica. A técnica consiste em manter a frequência de uma onda quadrada fixa e variar o tempo que o sinal fica em nível lógico alto. Esse tempo em que a onda quadrada fica em nível lógico alto chama-se Duty Cycle. O Duty Cycle pode ser calculado pela Equação 1 (FONTE/CITAÇÃO):

$$V_{out} = \frac{Duty\ Cycle}{100} \times VCC \quad [1]$$

onde V_{out} é a tensão de saída para o motor, VCC é a tensão da fonte. Como o objetivo é controlar a tensão de saída do motor em 4,5 Volts, utilizou-se um Duty Cycle de 50%.

Os pinos Bo1 e Bo2 foram conectados diretamente ao motor, transmitindo os 6 Volts calculados anteriormente, conforme a entrada de sinal nos pinos Bin1 e Bin2.

Figura 5 - Ponte H e suas conexões

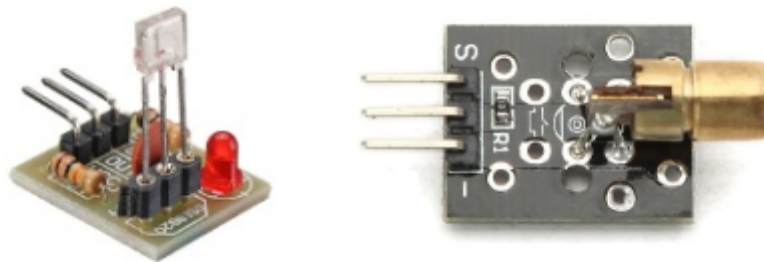


Fonte: o Autor.

3.1.3 Sensores

Com o objetivo de controlar a movimentação da esteira transportadora, utilizou-se do Módulo Receptor Laser junto com o Módulo Laser, colocados nas extremidades da estrutura da esteira transportadora, um par de cada lado, para que o objeto movimentado não caia no chão, servindo similarmente a uma cortina luz e um sensor no fim de curso.

Figura 6a e 6b - Módulo Receptor Laser e Módulo Laser



Fonte: Diversos eletrônica (2023).

O Módulo Receptor Laser é o principal responsável pelo funcionamento da cortina de luz. O Módulo Laser é responsável somente por emitir a luz recebida pelo Módulo Receptor Laser. No protótipo, como o objetivo é simular uma cortina de luz, o Módulo Receptor Laser sempre estará recebendo a luz emitida pelo módulo laser por padrão e enviando um sinal positivo, de 5 volts ao arduino. A partir do momento que o Módulo Receptor Laser não capta a luz, ou seja, a cortina de luz foi interrompida, é enviado um sinal negativo, 0 Volts ao arduino que interrompe a movimentação da esteira.

3.1.4 Módulo RFID

O módulo RFID é um dispositivo eletrônico utilizado para a leitura e escrita de tags RFID (Identificação por Radiofrequência). Segundo Barros (2019), a estrutura interna de uma tag RFID é composta por uma antena de recepção e envio do sinal gerado por ondas de rádio e um microchip contendo o código de identificação da tag. A leitura da tag é feita ao se aproximar a tag do leitor.

Os módulos RFID são utilizados em diversas aplicações logísticas, como armazenagem, fornecimento e controle de inventário, proporcionando uma forma eficiente e conveniente de identificação e comunicação sem contato físico direto. (STEFANO; STANGER, 2008)

No projeto proposto, foi utilizado o módulo RFID MFRC 522, apresentado na Figura 7, de modo a controlar o funcionamento da esteira transportadora. Configurou-se duas Tags para a leitura do módulo RFID, uma tag para iniciar a movimentação da esteira e toda a lógica em si e outra tag para parar toda a movimentação da esteira.

Figura 7 - Módulo RFID MFRC 522 e tags

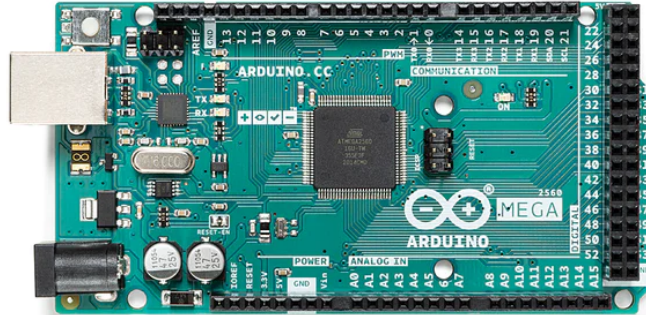


Fonte: Diversos Eletrônica (2023).

3.1.5 Arduino Mega 2560

O Arduino Mega 2560 (Figura 08) é uma placa microcontroladora baseada no ATmega2560. Possui 54 pinos de entrada/saída digital (dos quais 15 podem ser configurados como saídas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), um oscilador de cristal de 16MHz, uma conexão USB, um conector de alimentação, um conector ICSP, e um botão de reinicialização. (ARDUINO, 2023). No protótipo apresentado, o arduino é responsável pela leitura e controle de todos os outros componentes citados acima.

Figura 8 - Arduino Mega 2560

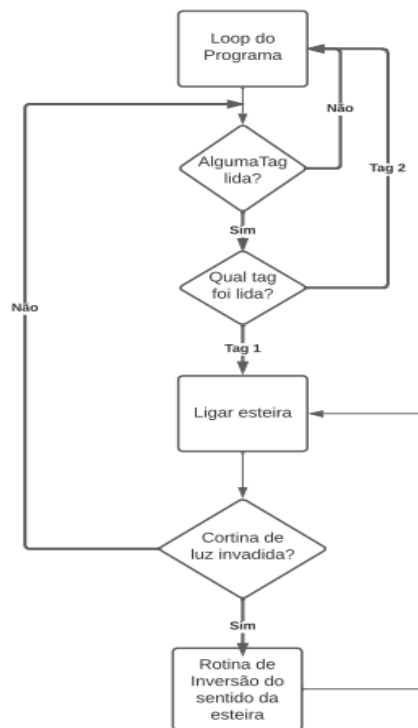


Fonte: Arduino (2023).

3.1.6 CÓDIGO FONTE

O protótipo idealizado neste trabalho, utiliza a linguagem C++ para construir a lógica da esteira transportadora, utilizando a ferramenta de desenvolvimento Arduino IDE 2.1.0, e implementando o código fonte localizado no apêndice A. A Figura 9, apresenta o fluxograma utilizado para a construção do código fonte inserido no arduino.

Figura 9 - Fluxograma do Código Fonte



Fonte: o Autor. (2023)

3.2 MATERIAIS UTILIZADOS

No Quadro 1 apresenta-se a lista de materiais que foram utilizados na criação da esteira. Os materiais foram adquiridos na internet, em lojas de materiais de construção e em lojas de eletrônicos em Joinville.

Quadro 1 - Lista de materiais usados na criação da esteira transportadora

Quantidade	Materiais	Custo Aproximado (R\$)
1 unidade	Protoboard	R\$ 12,00
1 unidade	Fonte de Alimentação de 9 volts	Reutilizado
1 unidade	Arduino Mega 2560	R\$ 199,60
2 unidades	Módulo Laser	R\$ 8,00
2 unidades	Módulo Receptor Laser	R\$ 12,00
1 unidade	Módulo RFID MFRC522 com tag e cartão	R\$ 22,00
1 unidade	Motor DC 3-6V com Caixa de Redução e Eixo Duplo	R\$ 10,00
1 unidade	Módulo Ponte H Dupla DRV8833	R\$ 12,00
1 unidade	Correia Fechada 6Mm Gt2 122 Mm 61 Dentes	R\$ 17,00
1 unidade	Polia Gt2 16 Dentes Furo 5mm P/ Correia 6mm	R\$ 16,00
1 unidade	Polia Gt2 20 Dentes Furo 8mm P/ Correia 6mm	R\$ 20,00
Chapa 1x1,5 m	Chapa de MDP 5 mm de espessura	Reutilizada
1 metro	Cano de PVC de 1/4 de polegada	R\$ 5,00
4 Unidades	Parafuso, arruela e porca allen M6 x 55mm	R\$ 0,75
60 Unidades	Cabos jumpers fêmea/fêmea e fêmea/macho	R\$ 25,00
3 metros	Cabo de rede	Reutilizado
1 metro	Termo Retrátil	R\$ 14,60
1 metro	Feltro	R\$ 11,00
1 lata	Tinta Azul	R\$ 12,00
1 unidade	Cola Adesivo instantâneo Tekbond	R\$ 25,00
1 unidade	Mangueira de chuveiro	Reutilizado
1 unidade	Lixa de madeira	R\$ 3,20
1 unidade	Ferro de Solda	22.90
25 gramas	Estanho	R\$ 6,20

Fonte: o Autor (2023).

Alguns materiais citados acima foram reutilizados como forma de redução de custo mas sem afetar a qualidade do projeto. São exemplos a chapa de MDP de 5mm de espessura e

a mangueira de chuveiro. Alguns outros itens, como o cano PVC, feltro e o termo retrátil não foram utilizados na sua totalidade, mas não havia um tamanho menor para comprar, então comprou-se o menor tamanho possível.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

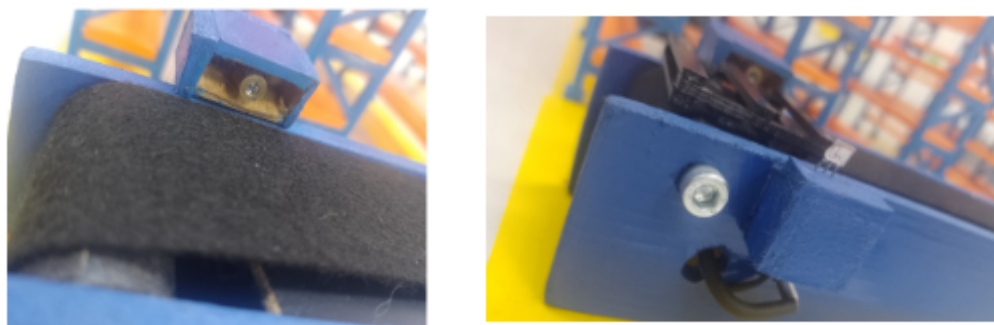
O protótipo demonstra o funcionamento de uma esteira transportadora em um centro de distribuição utilizando-se de tecnologias da indústria 4.0 para o seu controle e automatização. Nos primeiros testes realizados, constatou-se um problema com a cinta da esteira transportadora.

Inicialmente, planejou-se o uso de uma câmara de bicicleta como cinta da esteira, porém esta ideia foi descartada pelo fato de ser um material pesado e que gerava muita tensão nos eixos rotativos, fazendo com que eles ficassem travados e não fosse possível a movimentação da cinta proposta.

Para o funcionamento, foram utilizados vários materiais como: lona, EVA, cetim, PVC antiderrapante e feltro. Apenas o PVC antiderrapante e o feltro tiveram um resultado mais adequado para o protótipo. O feltro foi escolhido para a finalização por ser um material maleável, resistente e com funcionalidade adequada para a ideia.

Na estrutura deste protótipo inicial, (Figura 10a e 10b), houve a necessidade de uma adaptação para fixar o módulo receptor laser e o módulo laser. Para solucionar este problema de fixação do módulo receptor laser e o módulo laser, foi realizado nas extremidades da esteira com suporte de MDP de 2 mm de espessura.

Figura 10a e 10b - Suporte de fixação do módulo receptor laser e o módulo laser



Fonte: o Autor (2023).

Com a montagem da parte eletrônica da esteira transportadora encontrou-se dificuldades com os fios utilizados para conectar a parte eletrônica. Ao utilizar fios retirados de cabos de internet doados pelo setor de T.I. da UFSC Joinville, a alta frequência de manuseio desses anterior desses cabos para montagem do circuito eletrônico, estes se mostraram extremamente frágeis ocasionando rompimentos dos cabos, gerando mal contato no circuito.

Figura 11 - Esteira montada



Fonte: o Autor (2023).

A reutilização de materiais foi algo importante neste trabalho, com isso conseguimos diminuir o custo da esteira transportadora em troca de um maior tempo para construí-la decorrente dos problemas ocasionados pelos cabos frágeis. Após todas as manutenções e testes, conseguiu-se montar a parte eletrônica da esteira transportadora utilizando os cabos considerando que todo tipo de manuseio e movimentação deverão ser feitos com cuidado para que não haja rompimento dos cabos.

5 CONCLUSÕES

Com o estudo, construção e implementação da esteira transportadora, percebe-se o quanto um projeto de uma esteira é um empreendimento complexo. A integração de diversas disciplinas e tecnologias, como, a seleção de materiais adequados, o dimensionamento correto dos componentes e a implementação de sistemas de controle eficientes, principalmente na parte prática do projeto, onde foi possível realizar a integração do conhecimento adquirido no decorrer do curso.

Cabe ressaltar que existem oportunidades para pesquisas futuras, como a integração de tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT) e a inteligência artificial, podendo aprimorar o desempenho e a eficiência da esteira transportadora e da maquete como um todo.

A adoção de práticas ecoeficientes, como o reaproveitamento de materiais, a não emissão de poluentes e o uso de energias limpas, contribui para a preservação do meio ambiente e a construção de uma indústria mais responsável e consciente. Ao optar por utilizar materiais reutilizados, estamos promovendo a economia circular e estimulando a consciência ambiental na indústria.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6177:2016. Transportadores contínuos - Transportadores de correia - Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- AIRES, R. W. A.; FREIRE, P. S.; SOUZA, J. A. Educação Corporativa como ferramenta para estimular a inovação nas organizações: uma revisão de literatura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO - KM BRASIL, 13., 2016, São Paulo. Anais..São Paulo: SBGC, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/5952/1/CAP12.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2023.
- ARDUINO. Arduino Mega 2560 Rev3. Disponível em: <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>. Acesso em: 13 jun. 2023.
- ARDUINO. Mega 2560 Rev3. Disponível em: <https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560>. Acesso em: 02 jun. 2023.
- BARROS, Olimpio Pimenta. Desenvolvimento de fechadura inteligente utilizando tecnologia RFID. 2019. 49 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Computação) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2019. Disponível em : <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/4029>. Acesso em 12 jun. 2023
- BOSTON CONSULTING GROUP. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. BCG Perspectives,2015a. Disponível em: https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/. Acesso em 13 jun. 2022.
- BOETTCHER, M. Revolução Industrial-Um pouco de história da Indústria 1.0 até a Indústria 4.0.Linkedin. 26 nov. 2015. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-um-pouco-de-hist%C3%B3ria-da-10-at%C3%A9-boettcher>. Acesso em: 10 mai. 2023.
- BUHR, Daniel. Social innovation policy for Industry 4.0. Friedrich - Ebert - Stiftung, Division for Social and Economic Policies, 2015. Disponível em: <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/11479.pdf>. Acesso em 13 mai. 2023.
- CARDOSO, Fernanda Vieira et al. PROJETO DE UMA ESTEIRA TRANSPORTADORA APLICADO NA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO. Anais do SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIAS E ENGENHARIAS (SINACEN), v. 5, n. 1, p. 37-49, 2020.
- CAVALCANTE, Z. V.; SILVA, M. L. S. da. A importância da Revolução Industrial no mundo da Tecnologia. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7. 2011.Maringá. Anais eletrônico. Maringá. 2011. Disponível em:

https://www.unicesumar.edu.br/epcc-2011/wp-content/uploads/sites/86/2016/07/zedequias_vieira_cavalcante2.pdf. Acesso em: 12 jun. 2022.

COSTA, Iara Ferreira de Rezende; COSTA NETO, Alcino de Oliveira. A PEDAGOGIA DA CONSTRUÇÃO DE MAQUETES NO APRENDIZADO DOS CONCEITOS DA ENGENHARIA: MAQUETE PARA O ESTUDO DE FUNDAÇÕES RASAS. In: COBENGE, 47., 2019, Fortaleza. Formação por competência na engenharia no contexto 4.0. Fortaleza: Cobenge, 2019. p. 1-9.

Deloitte. Industry 4.0: challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. 2014. Disponível em: https://www.academia.edu/22347670/Deloittes_study_on_industry_4. Acesso em: 05 jun. 2022.

Deloitte. (2016). Educação Corporativa no Brasil: habilidades para uma nova era do conhecimento.

ELETRÔNICA, Diversos. MFRC 522. Disponível em: <https://www.diversoeletronica.com.br/loja/produto/modulorfidmfr5221356mhztagecartao>. Acesso em: 13 jun. 2023.

ELETRÔNICA, Diversos. Módulo Laser Ky-008 5mw. Disponível em: <https://www.diversoeletronica.com.br/loja/produto/modulolaserky0085mw>. Acesso em: 13 jun. 2023

ELETRÔNICA, Diversos. MÓDULO RECEPTOR LASER. Disponível em: <https://www.diversoeletronica.com.br/loja/produto/moduloreceptorlaser>. Acesso em: 13 jun. 2023

GIL, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa, v. 4, n. 1, p. 44-45, 2002. Disponível em : https://www.academia.edu/download/38881088/como_classificar_pesquisas.pdf. Acesso em 01 jun. 2023.

GOMES, Adriano Pinto; SILVA, Carla Cristiane; DE OLIVEIRA, Adilson Ribeiro. A construção de maquetes físicas como recurso didático para o ensino de projeto arquitetônico na educação profissional técnica de nível médio. Educação Pública, v. 20, n. 7, p. 18, 2020.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang.; HELBIG, Johannes. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Final Report, Acatech, 2013. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018. 769

MCKINSEY, DIGITAL. Industry 4.0 at McKinsey's model factories: Get ready for the disruptive wave. 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/ou>

r%20insights/getting%20the%20most%20out%20of%20industry%204%200/mckinsey_industry_40_2016.ashx Acesso em: 10 jun. 2022.

PERAZOLLI, Jocimar. OTIMIZAÇÃO NA FORMA CONSTRUTIVA EM ESTEIRAS TRANSPORTADORAS DE CORREIA. 2021. Disponível em: <https://repositorio.cruzeirodosul.edu.br/jspui/handle/123456789/4929>. Acesso em 12 jun. 2023

REDUTORES, Ibr. Esteiras Rolantes. Disponível em: <https://www.redutoresibr.com.br/noticia/esteiras-rolantes>. Acesso em: 15 jun. 2023.

ROBOCORE. Motor DC 3-6V com Caixa de Redução e Eixo Duplo. Disponível em: https://www.roboCORE.net/motor-motoredutor/motor-dc-3-6v-com-caixa-de-reducao-e-eixo-duplo?gclid=CjwKCAjwp6CkBhB_EiwAIQVyxTZp9zcC9xBx3EJxI6SslSZNxzPxiTpimK1E7fm7CYEJ2Omv_Ms1LhoC7PgQAvD_BwE. Acesso em: 13 jun. 2023.

ROSÁRIO, J. M. Automação industrial. [S.l.]: Editora Baraúna, 2009.

SAKURAI, R.; ZUCHI, J. D. AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS ATÉ A INDÚSTRIA 4.0. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 480–491, 2018. DOI: 10.31510/inf.v15i2.386. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/386>. Acesso em: 02 jun. 2023.

SCHWAB, K. A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro. 2016.

SILVA, D. B. da. et al. O Reflexo da Terceira Revolução Industrial na Sociedade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2012, Curitiba. Curitiba, ABEPRO, 2012. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr82_0267.pdf. Acesso em: 20 jun. 2022.

SOUZA, Fábio. Usando as saídas PWM do Arduino. 2014. Disponível em: <https://embarcados.com.br/pwm-do-arduino/>. Acesso em: 31 mai. 2023.

STEFANO, Ercilia de; STANGER, Andreia Cristiane. Automação em Logística - o uso de Tecnologias Emergentes: Wireless e RFID. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15., 2008, Bauru. XV SIMPEP. Bauru: , 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ercilia-Stefano/publication/359221001_Automacao_em_Logistica_-_o_uso_de_Tecnologias_Emergentes_Wireless_e_RFID/links/622f7d4a8180de5a3df6234f/Automacao-em-Logistica-o-uso-de-Tecnologias-Emergentes-Wireless-e-RFID.pdf. Acesso em: 10 jun. 2023.

Tessarini, Geraldo, Jr., and Patricia Saltorato. "IMPACTS OF THE INDUSTRY 4.0 ON WORK ORGANIZATION: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE/IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA." *Produção Online*, vol. 18, no. 2, June 2018, pp. 743+. *Gale OneFile: Informe Acadêmico*. Disponível em:

link.gale.com/apps/doc/A642528626/IFME?u=anon~cb574944&sid=googleScholar&xid=fd213ec3. Acesso em: 23 mai, 2023.

TOLEDO, L. A., & SHIAISHI, G. DE F. (2016). Estudo de caso em pesquisas exploratórias qualitativas: um ensaio para a proposta de protocolo do estudo de caso. Revista Da FAE, 12(1). Disponível em: <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/288>. Acesso em: 25 mai. 2023.

TEIXEIRA, Marcos de Freitas. Processo de Fabricação de móveis utilizando-se chapa de fibras de madeira de média densidade (MDF ou MDP). 2010. 43 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/k213728.pdf. Acesso em: 20 jun. 2023.

VILLAS-BOAS, Valquíria; MATTASOGLIO NETO, Octavio. Aprendizagem ativa na educação em engenharia. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, –COBENGE Blumenau. 2011.

APÊNDICE A – CÓDIGO FONTE UTILIZADO NO ARDUINO

```
#include <SPI.h> //INCLUSÃO DE BIBLIOTECA
#include <MFRC522.h> //INCLUSÃO DE BIBLIOTECA

//Definindo os pinos para o motor A
#define IN1 13 // ENTRADA 1 DO MOTOR
#define IN2 12// ENTRADA 2 DO MOTOR
#define Enable 11 //ENABLE DA PONTE H
#define pinoReceptor1 2 //PINO DIGITAL UTILIZADO PELO MÓDULO RECEPTOR DE LASER
#define pinoReceptor2 3 //PINO DIGITAL UTILIZADO PELO MÓDULO RECEPTOR DE LASER

// Definindo pinos para o RFID
#define SS_PIN 22 //PINO SDA
#define RST_PIN 23 //PINO DE RESET
#define Buzzer 47 //PINO buzzer

//PINAGEM PADRÃO DO RFID NO ARDUINO MEGA, APENAS OS PINOS SS_PIN E RST_PIN
SÃO CONFIGURÁVEIS
/** ARDUINO MEGA (AT 2560) |
 *
 * RESET -- PINO 5 |
 * SDA ---- PINO 53 |
 * MISO --- PINO 50 | BUZZER ----- PINO 47
 * MOSI --- PINO 51 |
 * SCK ---- PINO 52 |
 *
 */
```

```

MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);

int leitura1; //CRIA UMA VARIÁVEL CHAMADA "LEITURA" DO TIPO INTEIRO
int leitura2; //CRIA UMA VARIÁVEL CHAMADA "LEITURA" DO TIPO INTEIRO
int velocidade = 128; //VELOCIDADE DO MOTOR, CALCULADO PARA 4,5 VOLTS -> 255*(4,5
volts/9 volts)
int contador = 0; // INICIA UM CONTADOR COM 0
byte state = HIGH; //volatile byte state1 = HIGH;
char st[20];

void setup() {
  pinMode(Buzzer,OUTPUT); //DEFINE O PINO COMO SAÍDA
  pinMode(pinoReceptor1, INPUT); //DEFINE O PINO COMO ENTRADA'
  pinMode(pinoReceptor2, INPUT); //DEFINE O PINO COMO ENTRADA
  pinMode(IN1,OUTPUT); //DEFINE O PINO COMO SAÍDA
  pinMode(IN2,OUTPUT); //DEFINE O PINO COMO SAÍDA
  pinMode(Enable,OUTPUT); //DEFINE O PINO COMO SAÍDA
  analogWrite(Enable, velocidade); //DEFINE O PINO COMO SAÍDA

  // CONFIGURAÇÃO MÓDULO RFID
  // Inicia a serial
  Serial.begin(9600);
  // Inicia SPI bus
  SPI.begin();
  // Inicia MFRC522
  mfrc522.PCD_Init();
  // Mensagens iniciais no serial monitor
  Serial.println("Aproxime o seu cartao do leitor...");
  Serial.println();
}
void inverte_motor(){
  analogWrite(Enable, 0);
  state = !state;
  delay(2000);
  return;
}
void liga_motor(bool verifica){

  do{
    analogWrite(Enable, velocidade);
    digitalWrite(IN1, state);
    digitalWrite(IN2, !state);
    if (!verifica){
      verifica = true ;
      delay(300);
    }
  }
  leitura1 = digitalRead(pinoReceptor1); //VARIÁVEL RECEBE VALOR LIDO NO RECEPTOR
  leitura2 = digitalRead(pinoReceptor2); //VARIÁVEL RECEBE VALOR LIDO NO RECEPTOR

  if (leitura1 == 0 || leitura2 == 0 ){
    if(verifica){
      inverte_motor();
      verifica = false;
    }
  }
}

```

```

    }
  }

  }while( ! mfr522.PICC_IsNewCardPresent()); // ENQUANTO NENHUMA TAG É LIDA, O
PROGRAMA CONTINUA NO CÍCLO
}
void desliga_motor(){
  analogWrite(Enable,0);
}
void loop()
{
  // Aguarda a aproximação do cartão
  if ( ! mfr522.PICC_IsNewCardPresent())
  {

    return;
  }
  // Seleciona um dos cartões
  if ( ! mfr522.PICC_ReadCardSerial())
  {
    return;
  }
  // Mostra UID da tag na serial
  Serial.print("UID da tag :");
  String conteudo= "";
  byte letra;
  for (byte i = 0; i < mfr522.uid.size; i++)
  {
    Serial.print(mfr522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
    Serial.print(mfr522.uid.uidByte[i], HEX);
    conteudo.concat(String(mfr522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " "));
    conteudo.concat(String(mfr522.uid.uidByte[i], HEX));
  }
  Serial.println();
  Serial.print("Mensagem : ");
  conteudo.toUpperCase();
  // Testa se o cartão 1 foi lido
  if (conteudo.substring(1) == "3A BA C4 16")
  {
    //LIGA O BUZZER INDICANDO O INÍCIO DO FUNCIONAMENTO DA ESTEIRA
    tone(Buzzer,1500);
    delay(150);
    noTone(Buzzer);
    Serial.println("Cartao1 - liga Esteira");
    liga_motor(true);
  }
  // Testa se o outro cartão foi lido
  if (conteudo.substring(1) != "3A BA C4 16")
  {
    Serial.println("Cartao2 - Desliga Esteira !!");
    Serial.println();
    //LIGA O BUZZER INDICANDO O DESLIGAMENTO DA ESTEIRA
    for (int i= 1; i<5 ; i++)
    {
      desliga_motor();
    }
  }
}

```

```
tone(Buzzer,1500);  
delay(200);  
noTone(Buzzer);  
delay(200);  
}  
}  
}
```