

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

THAIANE NAIARA SIQUEIRA DE JESUS

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO
DE TIJOLOS

MANAUS

2021

THAIANE NAIARA SIQUEIRA DE JESUS

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TIJOLOS

Pesquisa desenvolvida durante a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II e apresentada à banca avaliadora do Curso de Engenharia Elétrica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas , como pré-requisito para a obtenção do título de Engenheira Eletricista.

MANAUS

2021

Universidade do Estado do Amazonas – UEA
Escola Superior de Tecnologia - EST

Reitor:

Dr. Cleinaldo de Almeida Costa

Vice-Reitor:

Cleto Cavalcante de Souza Leal

Diretora da Escola Superior de Tecnologia:

Ingrid Sammyne Gadelha Figueiredo

Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica:

Israel Gondres Torne

Banca Avaliadora composta por:

Data da defesa: 22/12/2021.

Prof. Daniel Guzmán Del Río (Orientador)

Prof. Israel Gondres Torne

Prof. Manoel do S. S. Azevedo,

CIP – Catalogação na Publicação

JESUS, THAIANE

otimização de processo de fabricação de tijolos / Thaianie
Naiara Siqueira de Jesus;
; [orientado por] Daniel Guzmán Del Río. – Manaus: 2021.
69 p.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Engenharia Elétrica). Universidade do Estado do
Amazonas, 2021.

1. Viabilidade de automação. 2. Processo de tijolos. 3.
Produção automatizada. 4. Modernidade de
automação. I. Guzman, Daniel

THAIANE NAIARA SIQUEIRA DE JESUS

OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TIJOLOS

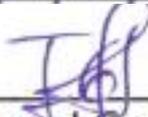
Pesquisa desenvolvida durante a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II e apresentada à banca avaliadora do Curso de Engenharia Elétrica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como pré-requisito para a obtenção do título de Engenheira Eletricista.

Nota obtida: 8,53 (Oito vírgula cinquenta e três)

Aprovada em 29/12/2021.

Área de concentração: Controle e eletricidade.

BANCA EXAMINADORA



Avaliador: Israel Gondres Torne , Dr.



Avaliador: Manoel do S. S. Azevedo, Dr.

DEDICATÓRIA

Primeiramente aos meus pais, os quais tem me apoiado por todos estes anos com muita dedicação e companheirismo. E, sem os mesmos eu não existiria... Dedico a minha irmã, que sempre esteve perto, pois quero lhe mostrar o quão é importante estudar, crescer e conquistar algo para si. Pois, só venceremos ou conquistaremos algo com honestidade, foco, persistência e competência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à Deus, por ter me concedido saúde, força e disposição para fazer a faculdade e o trabalho final de curso. Gostaria de agradecer minha família, especialmente minha mãe Maria do Socorro, que fez de tudo para tornar os momentos difíceis mais brandos. Obrigada, Ellen Thainá, irmã querida, por ser tão companheira. Aos meus amigos, por todo o amor, força, incentivo e apoio incondicional.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo abordar todos os materiais e simulações de um sistema automatizado de produção de tijolos. A ideia é focar no sistema industrial. Foi necessário abordar, desenvolver metodologia de uso e verificar resultados, para a criação mais próxima do sistema real de uma indústria de tijolos automatizada. Durante o desenvolvimento será mostrado o resultado da simulação da produção do sistema automatizado de tijolos e também algumas tabelas para demonstrar benefícios da automatização no processo de produção de tijolos. O foco principal é na área de controle e automação, pois podem ser encontrados os detalhes e desenvolvimentos de usos de componentes de automação e controle, e esses detalhes e desenvolvimentos podem servir para vários sistemas de automatizações que serão desenvolvidos no futuro, pois os componentes utilizados aqui são adaptáveis para várias situações em que é necessário incluir um sistema de automatização.

Palavras-chave: Automação, sistema de tijolos, componente de automação, processo de tijolos.

ABSTRACT

This work aims to address all materials and simulations of an automated brick production system. The idea is to focus on the industrial system. It was necessary to approach, develop usage methodology and verify results, for the creation closer to the real system of an automated brick industry. During development, the result of the simulation of the production of the automated brick system will be shown, as well as some tables to demonstrate the benefits of automation in the brick production process. The main focus is on the control and automation area, as the details and developments of the uses of automation and control components can be found, and these details and developments can serve for various automation systems that will be developed in the future, as the components used here they are adaptable for various situations where an automation system needs to be included.

Keywords: Automation, brick system, automation component, brick process.

Lista de Figuras

Figura 1- Exemplos de estrutura utilizada para elaboração de tijolos.....	18
Figura 2 - Sistema automático para funcionamento de uma esteira.....	19
Figura 3 - Estrutura do processo de transportação utilizando esteira.....	20
Figura 4 - Cilindro atuador.	20
Figura 5 - Região interna de um cilindro pneumático.	21
Figura 6 - Envasador de material de tijolo moderno.	21
Figura 7 - Sensor óptico de proximidade E18-D80NK.....	22
Figura 8 - Mangueira pneumática.	23
Figura 9 - Controlador lógico programável (CLP) da Siemens.	23
Figura 10 - Válvula solenoide.....	24
Figura 11 - Relé 240/5 V.....	25
Figura 12 - Motor de passo.	25
Figura 13 - Driver de motor de passo.....	26
Figura 14 - Quadro de distribuição.....	27
Figura 15 - Quadro de distribuição.....	27
Figura 16 - Disjuntor.	28
Figura 17 - Botão cogumelo vermelho.	29
Figura 18 - Simulação virtual do sistema com auxílio do software SolidWorks.....	30
Figura 19 - Simulação virtual do sistema.	31
Figura 20 - Simulação virtual do sistema.	32
Figura 21 - Motores elétricos.	33
Figura 22 - Sensor de proximidade.	33
Figura 23 - Ladder controle do sistema.....	35
Figura 24 - Ladder controle do sistema.....	36
Figura 25 - Ladder controle do sistema.....	37
Figura 26 - Ladder controle do sistema.....	37
Figura 27 - Ladder controle do sistema.....	38
Figura 28 - Driver de motor AC.....	39
Figura 29 - Acionamento de driver de motor de passo, parte 1.....	40
Figura 30 - Acionamento de driver de motor de passo, parte 2.....	41
Figura 31 - Válvula solenoide.....	41
Figura 32 - Ilustração de mangueira 6 mm.....	42
Figura 33 - Conexão pneumática 6mm.....	43
Figura 34 - Motor de passo.....	43

Figura 35 - Lona de esteira.....	44
Figura 36 - Polia de motor de passo.	44
Figura 37 - Driver de motor de passo.....	45
Figura 38 - Ambiente de montagem do motor de passo.....	46
Figura 39 - Ambiente de montagem do motor de passo no driver.....	47
Figura 40 - Ambiente de programação do motor de passo no arduino.....	47
Figura 41 - Montagem do motor de passo com arduino, sentido invertido.	48
Figura 42 - Quadro de distribuição.....	48
Figura 43 - Disjuntor.	49
Figura 44 - Sensor de proximidade.....	50
Figura 45 - Acionamento de cilindro pneumático.	51
Figura 46 - Visão geral da simulação do sistema de automatização.....	53
Figura 47 - Molde posicionado em frente ao envasador.....	54
Figura 48 - Desmoldagem das pinagens do molde.	54
Figura 49 - Cilindro pneumático.	56
Figura 50 - Arduino e válvula pneumática.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela despesas e lucro(Modelo arcaico).....	55
Tabela 2 - Tabela despesas e lucro(Modelo automatizado).....	55
Tabela 3 - Tabela despesas com materiais (Modelo automatizado).....	56

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 REFERENCIAL TEÓRICO	18
1.1 Moldes de tijolos	18
1.2 Esteiras automáticas	18
1.3 Esteiras Industriais	19
1.4 Cilindros pneumáticos atuadores	20
1.5 Purgador ou envasador de material	21
1.6 Sensor óptico de proximidade	22
1.7 Fiação	22
1.8 Mangueiras pneumáticas	23
1.9 controlador lógico programável(CLP)	23
1.10 Válvula solenoide	24
1.11 Relé 240/5 V	24
1.12 Motor de passo	25
1.13 Drive motor de passo	26
1.14 Quadro de distribuição	26
1.15 Disjuntores	28
1.16 Componentes de segurança do sistema automatizado de tijolos	28
2 METODOLOGIA	30
2.1 Para a automação: Visão completa do sistema (Fase 1)	30
2.2 CLP (controlador lógico programável)	34
2.3 Esteiras Industriais	39
2.4 Válvula solenoide	41
2.5 Mangueiras pneumáticas	42
2.6 Motor de passo	43
2.7 Driver de motor	45
2.8 Mapeamento elétrico do motor de passo	46

	13	
2.9	Quadro de distribuição	48
2.10	Disjuntores	49
2.11	Sensor óptico de proximidade	50
2.12	Cilindros pneumáticos atuadores:	51
2.13	Purgador ou envasador de material	51
3	ANÁLISES E RESULTADOS	53
3.1	Análise da simulação com seus benefícios	53
3.2	Análise custo e tempo	55
3.3	Testes de alguns componentes de automação	56
	CONCLUSÃO	58
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

INTRODUÇÃO

No cenário atual, pode-se verificar a mão de obra manual em massa em algumas atividades e difíceis situações de condições de trabalho. A exemplo disso, pode-se citar a mão de obra na produção de tijolos, que em muitos lugares ainda é manual. Ainda nesse sentido, há as condições de mão de obra no processo de tijolos, principalmente sobre questões de higiene do trabalho. Logo, a ideia desta pesquisa é trazer modernidade, boas condições de trabalho nesse processo produtivo, visando a produção em larga escala e uma maior lucratividade.

O crescimento da construção civil traz como consequência o aumento da quantidade de materiais utilizados, dentre eles o tijolo, a base da construção civil, que será o foco deste trabalho de pesquisa

Na construção civil do Brasil, existem mazelas que vão desde a falta de materiais, inclusive tijolos, à organização de mão de obra nessa área. Assim, se não há uma quantidade de materiais necessários para atender a demanda e nem mão de obra capaz de atender essa estrutura, há um grande atraso em relação ao andamento da construção civil.

Uma grande saída na construção civil em relação a produção dos materiais é a automatização de processos. A principal ideia abrange a área de produção de tijolos, que pode ser classificada como uma das prioridades. Podemos citar como exemplo, Arnold & White (1965) para resolver esse problema. Os referidos autores afirmam que “a automação moderna utiliza dispositivos controlados por computadores que automaticamente transportam ou movem os produtos de um lado para o outro”.

O conceito de automatização de processos ganhou forças com o fordismo no fim do século XIX. Tendo como ideias principais a linha de montagem e a padronização dos produtos fabricados. Isso ocorreu devido à alta produtividade somado ao curto tempo de produção, resultando em um modelo de sucesso no início de sua implementação.

Conhecendo todas essas ideias, a automação é um benefício. Esta pesquisa visa dar ênfase a automação do processo e mostrar que há viabilidade, de acordo com a estrutura e estudo do tempo, em relação a produtividade.

Ao longo do trabalho são mostrados o desenvolvimento e teoria de componentes que utilizaremos para a automação. Com base nisto, apresentaremos

simulações em *softwares*, ferramentas CAD e simulação de controladores - como a linguagem Ladder do Controlador Lógico Programável (CLP).

Com ênfase na ideia, podemos abordar que os tijolos podem ser fabricados a partir de argila, argila xistosa, silicato de cálcio ou cimento, sendo que a argila é a matéria mais comum. A primeira fase de tratamento d'argila é o apodrecimento (ou purificação); nesta fase, o objetivo é livrar a argila de impurezas e substâncias estranhas. A argila é preparada, amassada com água e triturada em uma máquina, amassada e aglutinada por tração animal. Seguindo por uma esteira ou transportada por tração animal/humana a fase de modelação, em que a argila é moldada em paralelepípedos, através de cilindros e ferramentas de corte (MINAS, 2017).

A otimização refere-se ao estudo de problemas em que se busca minimizar ou maximizar uma função através da escolha sistemática dos valores de variáveis reais ou inteiras dentro de um conjunto viável. Ou seja, criação de condições mais favoráveis para o desenvolvimento de algo (FERREIRA, 1999).

Com base nisso, este projeto molda o desenvolvimento de métodos de automatização singulares, que visam alcançar um estudo de viabilidade tempo-custo do processo.

Automatizar, diminuir e qualificar a mão de obra e aumentar a utilização de máquinas no processo são um dos recursos que trará grandes ganhos em questão de produtividade, tempo e custo.

É possível alcançar melhorias na qualidade de trabalho, pois, ao realizar o manuseio de máquinas, fazemos com que o trabalho seja mais produtivo, seguro e ágil. Pensamos também na diminuição de ambiente não adequado para o trabalho, visto que o uso de materiais a serem utilizados, estarão mais protegidos e mais higienizados.

Sendo assim, observa-se que as condições que representam a construção do sistema para otimização do processo de fabricação comportam-se de forma promissora, sendo possível automatizar as etapas para obtenção de tijolos.

A utilização de CLP, esteiras, cilindros, atuadores e purgadores se fazem necessárias visando a construção e controle de um complexo capaz de realizar análises de tempo e ambientação de produção manual.

Visando a qualidade do serviço, precaução com o operador, e alta quantidade de material produzido, imagina-se que:

Deve-se pensar que para tirar o tempo ocioso de um operador e melhorar a quantidade de produção de tijolos ao executar seu processo de fabricação, tem-se que movimentar 95% de sua composição maquinaria. Em virtude disso, seriam colocados serviços manuais a fim de evitar a fadiga humana.

O objetivo geral é automatizar o processo de fabricação de tijolos a fim de eliminar o processo manual excessivo e minimizar os riscos de perigo para seus operadores. Focando nos objetivos específicos a seguir:

- Automatizar o processo;
- Amenizar a mão-de-obra excessiva;
- Diminuir o custo elevado do processo;
- Evitar riscos que comprometam a saúde de seus operadores;
- Implementar processos pneumáticos e mão de obra especializada;
- Priorizar as normas de ergonomia e segurança.

Assim, analisando as condições da sociedade em que vivemos, é notável que a produção em larga escala de tijolos seja benéfica, principalmente somada à modernidade que se dará através do processo de automatização.

Outro ponto de vista a ser analisado, é o fato de que a higiene do trabalho é precária. Portanto, a utilização de máquinas no trabalho em sua individualidade é um adicional. Com a aplicação do sistema de automação na produção de tijolos, evita-se a exposição da comunidade atuadora a condições precárias, isto é, suscetíveis a acidentes de trabalho.

Além disso, esta pesquisa trará a iniciação de um estudo sobre automação do processo produtivo de tijolos, já discorrida sua importância nos parágrafos anteriores, utilizará métodos acadêmicos para alcançar melhorias no custo-benefício, economia de tempo e em etapas processuais.

Nesse mesmo sentido serão reforçados temas do âmbito da engenharia elétrica, como a utilização de componentes, *softwares* e ferramentas de estudo de tempo; e civil, ao analisarmos o processo de fabricação dos tijolos. Citando também, o estudo e aprendizagem de matérias de controle e automação, eletricidade e desenho mecânico.

O desenvolvimento do presente trabalho será dividido em três etapas, a primeira consiste no referencial teórico, o qual aborda mais as teorias e especificações dos componentes, que serão utilizados, para a automatização. A segunda etapa do

trabalho consiste na metodologia do trabalho, em que se encontram informações de desenvolvimento de aplicações dos componentes e algumas codificações, tanto para o Arduino, quanto para CLP(controlador lógico programável). Por fim, será identificada a análise e resultados gerais desse sistema de automatização de processo de produção de tijolos.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Para elaboração do projeto foram necessárias as aplicações de alguns conceitos da área do curso de engenharia e materiais aplicáveis, sendo eles:

1.1 MOLDES DE TIJOLOS

Consiste em uma fôrma oca de metal (Figura 1) que foi configurada de acordo com o que se quer criar, neste caso, o tijolo. O molde se veste de substância líquida ou pastosa que, uma vez endurecida, reproduz a configuração do molde (OXFORD LANGUAGES, 2021).

A partir destes moldes de tijolos, será realizada uma manipulação a fim de obter a entrada e saída dos tijolos pré-formados com dimensões esperadas.

Figura 1- Exemplos de estrutura utilizada para elaboração de tijolos.



Fonte: MF Rural, [s.d.]

1.2 ESTEIRAS AUTOMÁTICAS

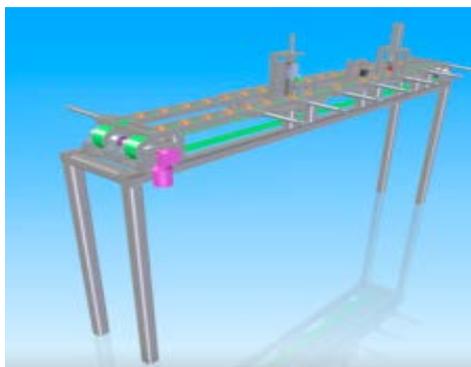
Uma esteira transportadora (Figura 2) consiste em duas ou mais polias que movimentam uma superfície em que determinados materiais ou objetos são transportados. Ela é muito usada, principalmente na mineração (CRUZLIMAQ, c2017-2021).

Esteiras transportadoras são muito usadas no transporte de sacarias e também na área da construção, podendo-se transportar os materiais (areia, brita, cimento) até o local da construção (CRUZLIMAQ, c2017-2021).

Cada componente de uma esteira transportadora tem um desempenho importante no funcionamento do transportador. Os sistemas de esteiras transportadoras existem desde 1919, e servem para redução de tempo e custos nas indústrias, podendo ser automatizados ou não, dependendo da aplicação que cada indústria necessita (CRUZLIMAQ, c2017-2021).

A composição de uma correia têxtil é formada basicamente por quatro itens: Cobertura superior e inferior de borracha (podendo assim ser resistente a óleos, temperatura e abrasão), carcaça têxtil (antigamente composta de fibras naturais como o algodão, atualmente poliéster e nylon), borracha de ligação e cobertura inferior (CRUZLIMAQ, c2017-2021).

Figura 2 - Sistema automático para funcionamento de uma esteira.



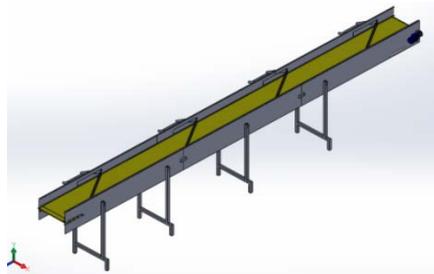
Fonte: Adaptado de GrabCAD, 2021

1.3 ESTEIRAS INDUSTRIAIS

As esteiras transportadoras (Figura 3) são equipamentos indispensáveis em diversos setores da indústria, uma vez que exercem a função movimentar produtos e materiais em geral, sendo muito útil no transporte destes dentro das instalações das empresas e em processos de carga e descarga (por exemplo, em expedições e em recebimentos de mercadorias).

O funcionamento de uma esteira transportadora industrial é basicamente o mesmo de uma esteira comum, como por exemplo as encontradas em caixas de supermercado e esteiras de transporte de pessoas. Contam com no mínimo duas polias, que ao entrarem em movimento são responsáveis por acionar a esteira em si. Na esteira são depositados os materiais e produtos que se deseja transportar. As esteiras são utilizadas principalmente dentro do ambiente industrial. Entretanto, também podem ser utilizadas em outros setores como o da construção civil (para transportar cimento, areia, cal etc.) e o setor de mineração (PROVTEC, 2021).

Figura 3 - Estrutura do processo de transporte utilizando esteira.



Fonte: Adaptado de GrabCAD, 2021

1.4 CILINDROS PNEUMÁTICOS ATUADORES

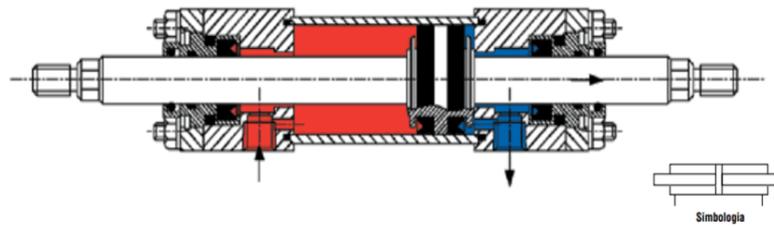
De acordo com a Belton Pneumática (c2019), “cilindro pneumático (Figuras 3 e 4) ou atuador pneumático linear é o responsável pela movimentação das partes móveis nos processos de automatização e/ou automação, e pela aplicação de força.” Ou seja, o atuador pneumático é um dispositivo que converte a energia armazenada no ar comprimido em trabalho mecânico.

Figura 4 - Cilindro atuador.



Fonte: Adaptado de GrabCAD, 2021

Figura 5 - Região interna de um cilindro pneumático.



Fonte: SILVEIRA, 2017

1.5 PURGADOR OU ENVASADOR DE MATERIAL

O purgador ou envasador (Figura 6), irá liberar a quantidade de material necessária, para dentro do molde. Esse purgador pode ser controlado por uma alavanca ou pode ser controlado por sensores, para medir e liberar a quantidade de material necessário para preencher um molde de cada vez, ou poderá ser projetado, para alimentar vários moldes de uma vez. O purgador apenas deverá localizar se tem molde na posição correta e quanto de material será necessário, para preencher cada molde (REGISTRON, 2021).

Figura 6 - Envasador de material de tijolo moderno.



Fonte: REGISTRON, [s.d.]

1.6 SENSOR ÓPTICO DE PROXIMIDADE

Os sensores fotoelétricos são aqueles que detectam a aproximação de qualquer tipo de objeto não transparente. Geralmente são compostos por dois corpos distintos, sendo um emissor de luz e outro receptor. Assim, quando um objeto se coloca entre os dois e interrompe a propagação da luz entre eles, um sinal de saída é enviado ao circuito elétrico de comando, reconhecendo assim o objeto. Ainda é válido ressaltar que, dependendo da luminosidade do ambiente, a distância de detecção varia (NAJAR, 2015).

A necessidade do sensor de proximidade (Figura 7) no projeto é extensa, pois em cada ponto do processo, ou melhor, em cada posição da esteira e etapa, teremos que localizar a posição do molde. Com isso irá ser localizado em que etapa o tijolo se encontra e como deve ser manipulado cada componente do processo como um todo.

Figura 7 - Sensor óptico de proximidade E18-D80NK.



Fonte: Multilógica-Shop, c2021

1.7 FIAÇÃO

Um dos principais fatores para obter uma instalação elétrica de boa qualidade é determinar a bitola correta dos condutores de acordo com cada circuito. O mau dimensionamento dos condutores além de interferir diretamente na eficiência da instalação, proporcionando riscos de incêndios, devido aos aquecimentos dos cabos e eletrodutos. O primeiro passo para fazer um dimensionamento correto é determinar a quantidade total de cargas e os respectivos circuitos, além de saber qual a potência total dissipada pela instalação, de cada circuito e suas respectivas cargas (MATTEDE, c2014-2021).

1.8 MANGUEIRAS PNEUMÁTICAS

As mangueiras pneumáticas (Figura 8) são ligações que possibilitam o transporte seguro de determinado fluido para todos os componentes de um sistema. Esse fluido é importante para o funcionamento, pois é a energia do sistema, e pode ser: água, óleo, vácuo, gases, ar comprimido ou alguns tipos de líquidos especiais.

Figura 8 - Mangueira pneumática.



Fonte: Adaptado de Air Press Compressores, c2021.

1.9 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

O CLP (Figura 9) é sem dúvidas a parte de inteligência de um processo de automação, ou seja, ele é responsável pelo controle de todo o processo. CLP é um computador capaz de executar funções específicas através de programas criados (MATTEDE, 2021).

Figura 9 - Controlador lógico programável (CLP) da Siemens.

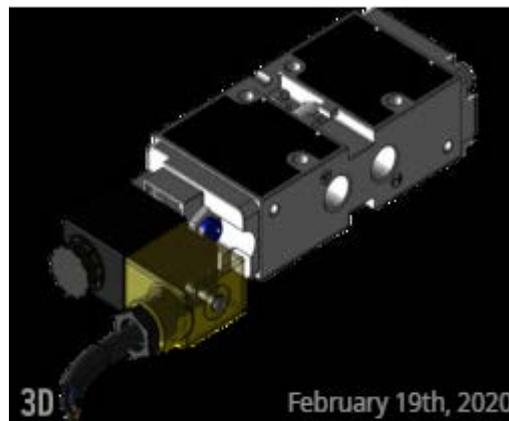


Fonte: Soluções Industriais, c2014-2021

1.10 VÁLVULA SOLENOIDE

Válvula direcional (Figura 10) é um dos componentes fundamentais, tanto em sistemas hidráulicos, como em sistemas pneumáticos. Sua função é permitir a vazão do fluido sob pressão por diferentes vias, para realizar um trabalho, por exemplo, a movimentação de um cilindro hidráulico. Seu principal elemento é um êmbolo (também chamado de *carretel*), que realiza um movimento deslizante (ou rotativo, conforme o tipo de válvula) dentro do corpo da válvula. Este movimento faz a comunicação entre os canais internos da válvula, direcionando o fluido para a realização do trabalho. O acionamento do *carretel* deslizante pode ser feito de forma eletromecânica, hidráulicamente (ou pneumáticamente), ou ainda mecanicamente. Ao cessar a ação sobre o *carretel*, este retorna para a posição neutra, também chamada "posição de repouso", pela ação de molas, na maioria das válvulas. Nos tipos de válvulas com *carretel* rotativo, o acionamento se dá mecanicamente, de forma manual ou por dispositivos mecânicos (MOREIRA, 2014).

Figura 10 - Válvula solenoide.



Fonte: Adaptado de GrabCAD, 2020

1.11 RELÉ 240/5 V

O relé é um interruptor eletromecânico, cuja a movimentação física deste interruptor ocorre quando a corrente elétrica percorre as espirais da bobina do relé, criando assim um campo eletromagnético que por sua vez atrai a alavanca responsável pela mudança do estado dos contatos (MATTEDE, [s.d.]).

Sendo assim, o funcionamento dos relés se dá de maneira bem simples, tendo em vista que um campo eletromagnético é gerado quando uma corrente circula pela bobina. Conseqüentemente, há a atração de uma série de contatos, os quais fecham e abrem os circuitos.

Figura 11 - Relé 240/5 V.



Fonte: Eletrogate, 2021

1.12 MOTOR DE PASSO

Motor de passo (Figura 12) é componente eletromecânico, que para ser movimentado é necessário receber pulsos, logo, com isso terá também descolamento angular preciso. A cada pulso recebido, o motor sofre um deslocamento preciso e roda um pouco, por isso o nome passo. Se o motor não sofrer nenhum pulso, ele permanece estável, ou seja, na mesma posição. Se houver vários pulsos, ele sofrerá mais de um deslocamento, ou mais de um passo. Caso o motor de passo tenha uma série de pulso contínuo, seu deslocamento será conforme esses pulsos, ou seja, na frequência de pulsos (CONSTANDINOU, 2003).

Figura 12 - Motor de passo.

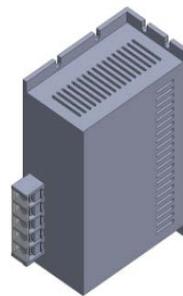


Fonte: Adaptado de GrabCAD, 2021.

1.13 DRIVE MOTOR DE PASSO

Para trabalhar com motor de passo, é importante utilizar um componente chamado controlador ou driver de motor de passo(Figura 13). O driver para motor de passo funciona com chaveamento, é um programa por onde se emitem os comandos necessários para os motores de passo. O driver funciona a partir de uma placa geradora de pulsos utilizados em um determinado procedimento. Ou seja, o driver é um componente, que gera pulsos, para o motor de passo. Ele recebe comandos e emite os pulsos, para o motor de passo (KALATEC, 2021).

Figura 13 - Driver de motor de passo.



Fonte: Adaptado de GrabCAD, 2021.

1.14 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

É no quadro de distribuição (Figura 14 e 15) que todo o cabeamento da instalação elétrica de uma residência ou empresa se encontra: circuitos de iluminação, tomadas, demais cargas, entre outros. Funciona assim: através de um ramal de entrada protegido por um disjuntor geral, o quadro recebe energia da distribuidora e a potência resultante dessa entrada de energia é dividida entre diversos disjuntores, dos quais partirão os circuitos para acionar interruptores, responsáveis pelo controle da iluminação, ou ainda ligar aparelhos e máquinas, e assim por diante.

Os quadros de distribuição também são responsáveis por abrigar os dispositivos de proteção da instalação elétrica, por exemplo, os disjuntores,

dispositivos que previnem curtos-circuitos e sobrecargas. O DR, ou interruptor diferencial residual, é responsável por proteger contra fugas de corrente elétrica, tipicamente conhecidas como “choques elétricos”. O DPS, ou dispositivo de proteção contra surtos, como o próprio nome diz, protege equipamentos e máquinas contra eventuais surtos elétricos, além de outros dispositivos que podem auxiliar no comando e manobra de cargas da instalação (SIEMENS, 2021).

Figura 14 - Quadro de distribuição.



Fonte : SIEMENS BRASIL, 2021.

Figura 15 - Quadro de distribuição.



Fonte : SIEMENS BRASIL, 2021.

1.15 DISJUNTORES

O disjuntor (Figura 16) é um dispositivo eletromecânico que tem a função de proteger as instalações elétricas, ou seja, assim que a corrente elétrica que passa por ele ultrapassa o seu valor nominal, ele interrompe o circuito impedindo o fornecimento de energia para as cargas do circuito, evitando assim que elas e o circuito danifiquem. Para exemplificar e explicar de uma maneira bem simples e direta, o disjuntor é basicamente como um interruptor automático, e assim que ele identifica um valor de corrente elétrica que ele foi projetado para acionar, o mesmo secciona (abre) o circuito em que ele foi instalado. O disjuntor atuará todas as vezes que houver pico de corrente, sobrecarga e curto-circuito, mas é importante destacar que para todos os disjuntores funcionarem corretamente é fundamental haver o correto dimensionamento do circuito e dos componentes (MATTEDE, 2021).

Figura 16 - Disjuntor.



Fonte : SIEMENS BRASIL, 2021.

1.16 COMPONENTES DE SEGURANÇA DO SISTEMA AUTOMATIZADO DE TIJOLOS

Existe um botão de parada de emergência, esse é padrão em vários procedimentos de segurança, podemos visualizar na figura 17 a seguir e verificar as especificações.

Figura 17 - Botão cogumelo vermelho.



Fonte: WEG(JABU), 2021.

DETALHES DO PRODUTO: A linha CEW da Weg, de comando e sinalização, foi especialmente desenvolvida para atender às necessidades de controle, comando elétrico e sinalizações. Atendendo aos mais rígidos padrões de qualidade e segurança. Características: Girar para Destruvar; Conjunto Fornecido: Ø 22mm; Tensão Nominal de Isolação: 660 Vca / Vcc; Grau de Proteção (IEC 60529): IP66 e IP40; Grau de Proteção dos Terminais: (IEC 60529) IP2X; Corrente Térmica Convencional: (IEC 60947-5-1) $I_{th} = 10A$; Faixa de Temperatura de Emprego: $-25^{\circ}C$ & $70^{\circ}C$; Vida Mecânica: Botões: 3 x 106 / Comutadores: 1 x 106; Cor Botão: Vermelho; Referência: 10047403 (JABU, 2021).

O botão cogumelo vermelho é importante para o sistema automatizado de produção de tijolos. Pois, em caso de acidentes, falhas na produção ou etc., o sistema como um todo irá ser pausado. É essencial, pois sem segurança no sistema, não tem possibilidade de construir um processo de produção. Tudo isso se engloba em questões ergonômicas.

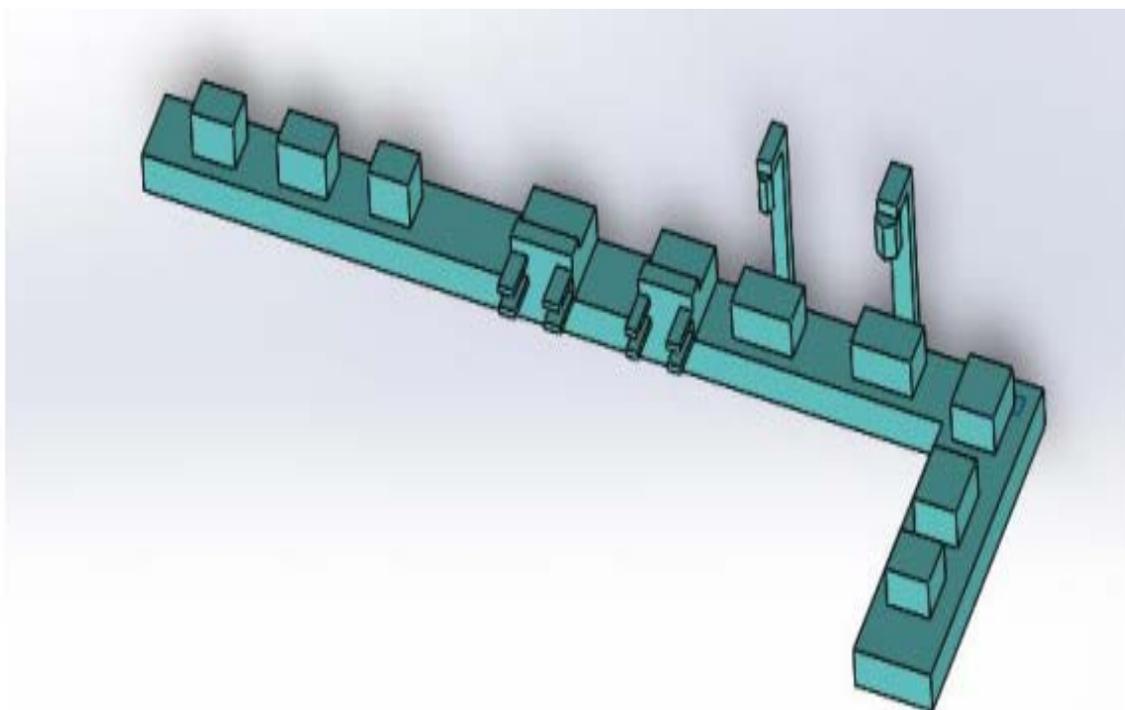
2 METODOLOGIA

Neste projeto foram utilizadas esteiras, cilindros atuadores, CLP's e purgadores, com base nestes componentes controlamos uma simulação, onde foi possível realizar comparações com o ambiente de produção manual e ferramentas para análise do tempo.

2.1 PARA A AUTOMAÇÃO: VISÃO COMPLETA DO SISTEMA (FASE 1)

A visão geral do sistema (Figura 18) alcançado tem início no recebimento do molde na esteira. Após certo tempo, a esteira começará a se movimentar para relocar os moldes que receberão o material do purgador (envasador). O controlador contabilizará o tempo que for necessário para preenchimento da fôrma com material pastoso que formará o tijolo. Posteriormente, após o aguardo do tempo de secagem, os motores da esteira serão ativados fazendo com que os moldes completos sejam levados para a posição de desmolde.

Figura 18 - Simulação virtual do sistema com auxílio do software SolidWorks.



Fonte. Autoria Própria, 2021

Para a automação: Visão completa do sistema (Fase 2)

Figura 19 - Simulação virtual do sistema.

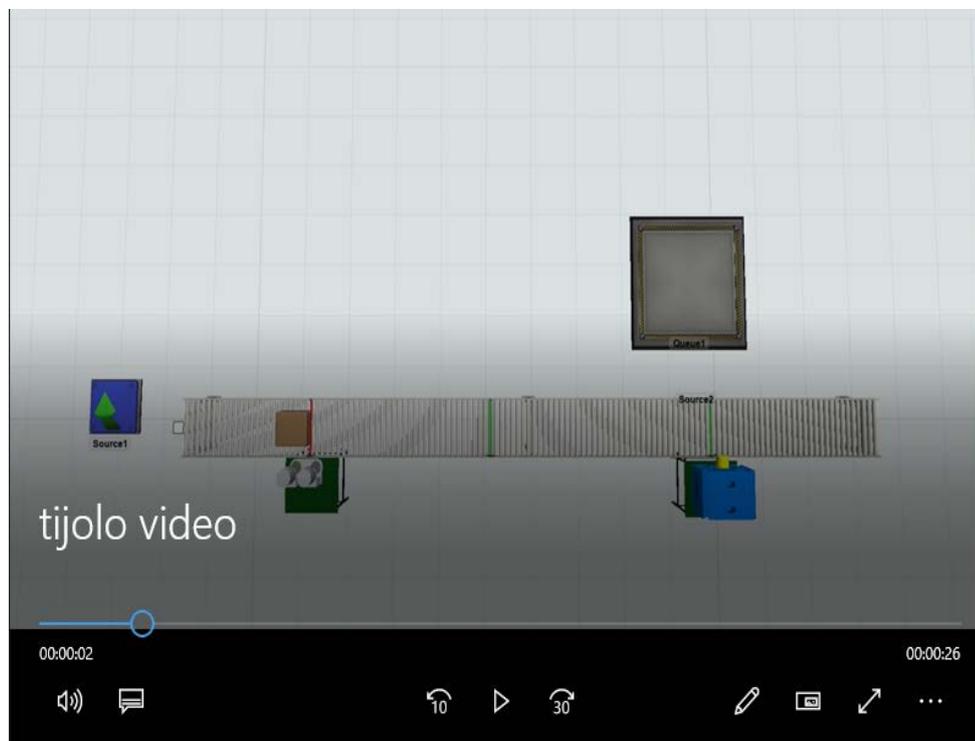


Fonte. Autoria Própria, 2021

Esta é uma simulação completa, modo mais aproximado do sistema real. Pode-se visualizar os moldes, os quais serão os suportes para construir os tijolos. Verifica-se, ainda, esteiras motorizadas, as quais irão receber os comandos e fazer a movimentação do produto. Por fim, é visualizado o restante do material, para completar o sistema. Entretanto, não há fiações, quadro de distribuição e material similar para completar o sistema automatizado.

Para a automação: Visão completa do sistema (Fase 3)

Figura 20 - Simulação virtual do sistema.

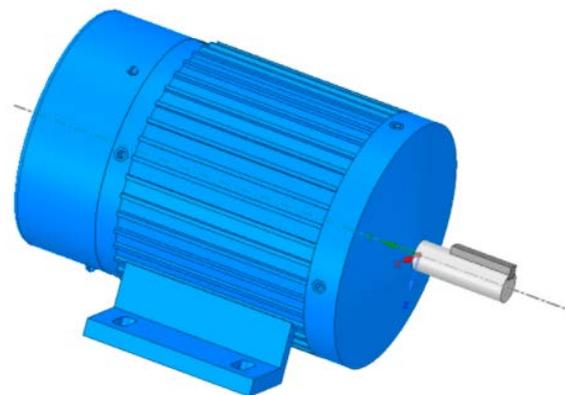


Fonte. Autoria Própria, 2021 (FlexSim – software utilizado para a realização da simulação)

Esta é uma visão geral da simulação em um *software* chamado FlexSim, essa simulação foi realizada em um software de origem empresarial. Na simulação é mostrada a alimentação de moldes. Após a alimentação de moldes, os mesmos irão fazer uma parada na frente do envasador, colocado na posição correta de alimentação do molde na esteira. Após isso ele vai para o centro da esteira e espera um tempo qualitativo, para esperar a secagem do molde. Em seguida, ele vai para a frente do cilindro atuador, onde sofre o desmolde, o material do desmolde é despejado em um suporte de materiais, que fica alojado perto da etapa do desmolde e segue para processo de empacotamento.

A esteira transportadora conta com motores (Figura 21) para apoio de movimentação. A ativação do motor é feita através de comandos de controladores lógicos, CLPS. A esteira é ativada em cada mudança de função. Já o motor terá o cilindro giratório, que é conectado em engrenagens que, por sua vez, estão ligadas aos tapetes das esteiras.

Figura 21 - Motores elétricos.



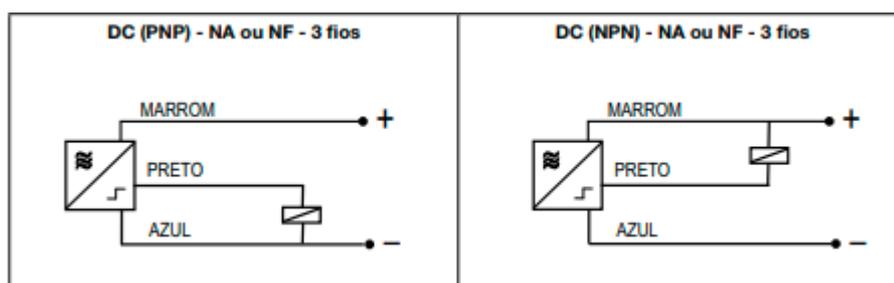
Fonte: Adaptado de GrabCAD, 2021

Estes motores são giratórios, fazem com as esteiras tenham suas polias movimentadas – gerando assim, a movimentação da mesma. O acionamento destes motores é feito através de botões *PowerOn* e *PowerOff*. Com base nisso, é possível encaminhar comandos através do controlador desejado. Cada esteira vai se movimentar de acordo com a ativação do motor. Este motor é acionado sempre que seja necessária a mudança de atividade do processo. Com isso, o produto segue para a próxima etapa.

A lógica de programação é utilizada a partir do CLP, que, no momento certo, enviará o valor lógico “true” para a saída, que será recebida pela entrada de sinal do motor.

Para identificar cada fiação, sabe-se que, segundo o *Datasheet*, o fio marrom é o positivo, o fio azul é o negativo e o fio preto é o sinal assim sendo possível confirmar a presença de algo que esteja à frente do sensor.

Figura 22 - Sensor de proximidade.



Fonte: Manual *Datasheet*.

Na Figura 22, é possível visualizar o esquema de ligação de sensores, porém, neste projeto, o fio preto será conectado em umas das entradas do controlador lógico.

Os demais materiais serão aplicados da seguinte forma:

- Atuador Pneumático: Converte a energia armazenada no ar comprimido em movimento mecânico;
- Envasador: Controla a saída do material que adentra no molde através de um sistema temporizado.

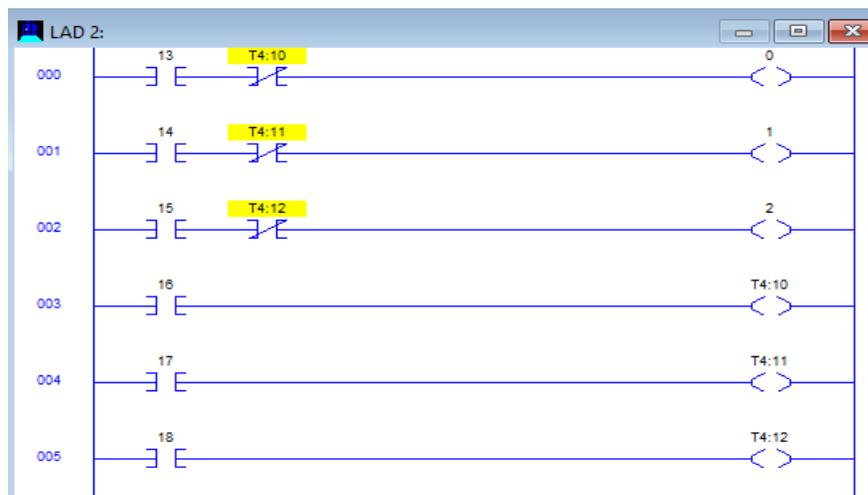
Os moldes entrarão na esteira assim que movimentados nos pós-envase. O sensor de presença é responsável por manter as fôrmas na posição desejada para recebimento do material. Em seguida, serão posicionados para o descanso, que, em decorrência do tempo, permitirá a secagem do mesmo.

Ato contínuo, os moldes são recolocados até a posição dos atuadores, momento este que serão retirados os tijolos formados e prontos para uso.

2.2 CLP (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL)

- a) Início e deslocamento de moldes - molde na frente do envasador: quando os moldes são colocados na esteira, os sensores 13,14 e 15 irão liberar os motores 0, 1 e 2, com isso serão liberados os deslocamentos dos moldes até a próxima etapa, que é a etapa do envasador. Quando os moldes chegarem na frente do envasador, os sensores alojados na frente do envasador, com isso os moldes irão receber o material, que formará os tijolos, em cada molde. Tudo isso através da localização do molde, que será feita com os sensores e os sensores irão enviar os sinais, para a lógica em *ladder* do CLP. Pode-se visualizar essa etapa através da codificação em *ladder* dessa lógica de processo (Figura 23).

Figura 23 - Ladder controle do sistema.



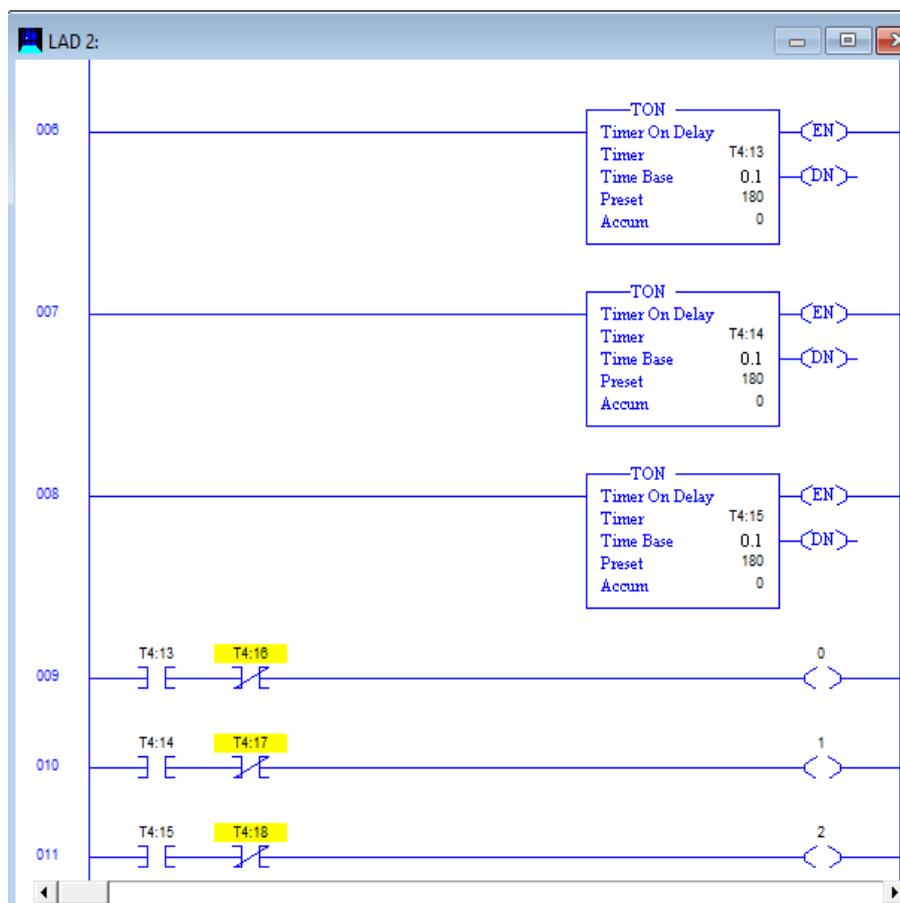
Fonte : Própria(Logixpro-software) , 2021.

Informações importantes:

- Sensor 13 - aciona saída 0(Motor 0);
- Sensor 14 - aciona saída 0(Motor 1);
- Sensor 15 - aciona saída 0(Motor 2);
- Sensor 16 - saída desativa T4:10 e desativa motor 0;
- Sensor 17 - saída desativa T4:11 e desativa motor 1;
- Sensor 18 - saída desativa T4:12 e desativa motor 2;

b) Preenchimento do molde e etapa de secagem: Os temporizadores irão fazer a contagem necessária do tempo de despejo de material no molde. Esse tempo é proporcional a quantidade de material despejado no molde do tijolo. Após isso os temporizadores, ao finalizar a contagem de tempo, irão mandar um sinal ou comando para liberar a próxima etapa, qual seja, a movimentação da esteira, que fará o deslocamento dos moldes preenchidos com os materiais pastosos de tijolo, até a próxima etapa, sendo essa a etapa de secagem do material que formará o tijolo, podemos ter uma noção desse processo, através da lógica feita em *ladder* na figura a seguir (Figura 24).

Figura 24 - Ladder controle do sistema.



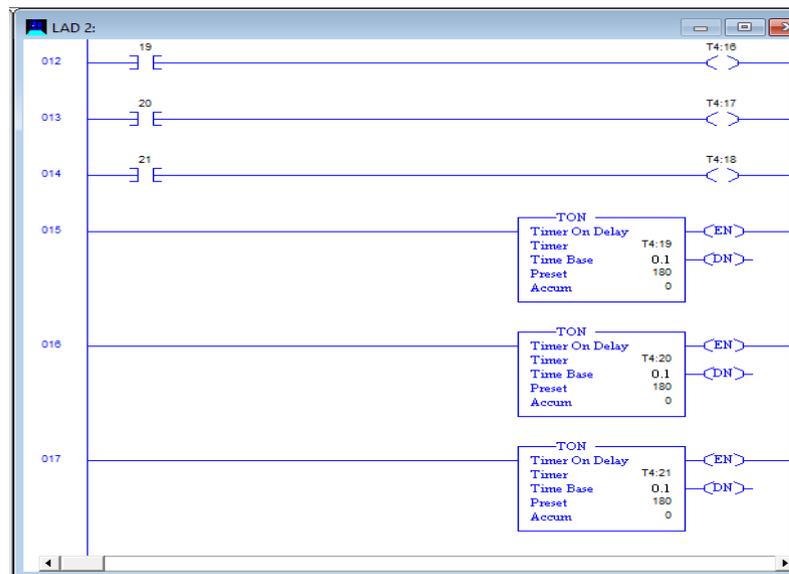
Fonte : Própria(Logixpro- software), 2021.

Informações importantes:

- Temporizador 1 espera tempo de purgar material e depois aciona 0(M0);
- Temporizador 2 espera tempo de purgar material e depois aciona 1(M1);
- Temporizador 2 espera tempo de purgar material e depois aciona 2(M2);

c) Secagem do material e desmolde: assim que o molde chegar na posição na esteira, etapa de secagem do material que estará no molde, um temporizador irá controlar esse tempo de espera, com isso, após o tempo de espera, esse temporizador dessa etapa irá liberar os moldes, para a etapa e de desmolde do tijolo. Ou seja, irá fazer a liberação do funcionamento dos cilindros ou também chamados atuadores pneumáticos, podemos verificar essas etapas, nas próximas figuras (Figuras 25 e 26).

Figura 25 - Ladder controle do sistema.

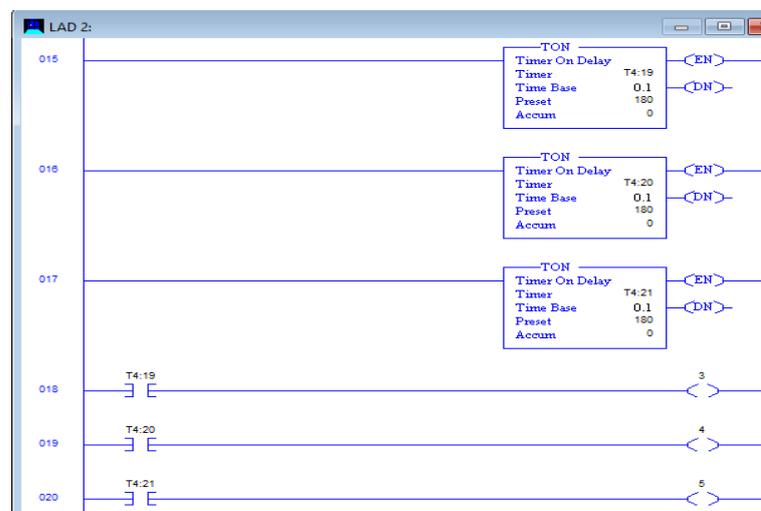


Fonte : Própria(Logixpro), 2021.

Informações importantes:

- Sensor 19 desliga o motor M0(0).
- Sensor 20 desliga o motor M1(1).
- Sensor 21 desliga o motor M2(2).

Figura 26 - Ladder controle do sistema.



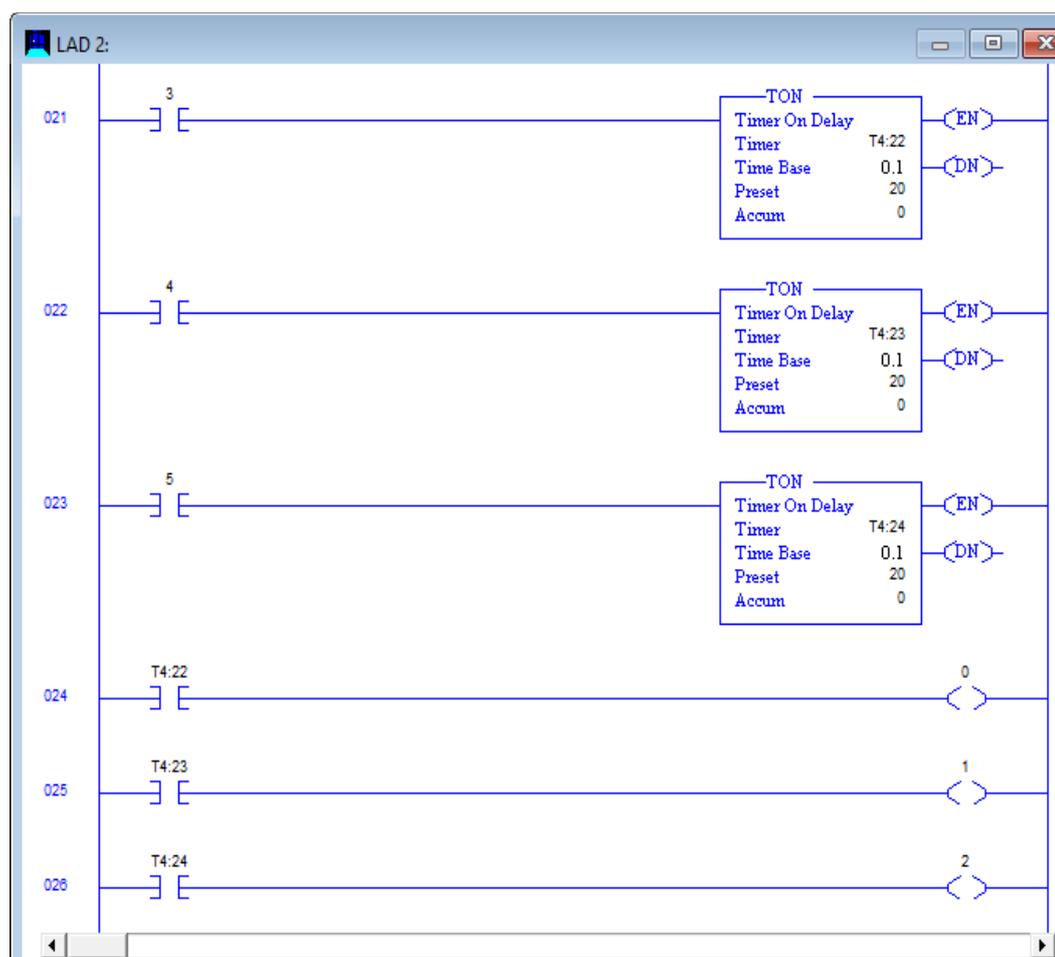
Fonte : Própria(Logixpro), 2021.

Informações importantes:

- Temporizador 19 espera a secagem e depois liga o atuador 3.
- Temporizador 20 espera a secagem e depois liga o atuador 4.
- Temporizador 21 espera a secagem e depois liga o atuador 5.

d) Etapa de tempo antes de finalizar o processo: Aqui será alojado um temporizador básico, apenas para esperar um tempo, antes de finalizar o processo. Após isso ele manda os tijolos, para etapa de embalagem ou retirada das esteiras.

Figura 27 - Ladder controle do sistema.



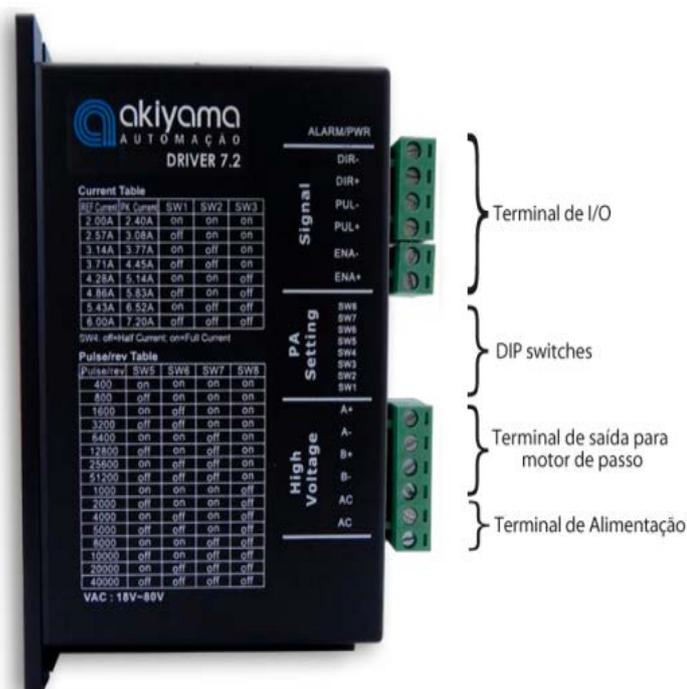
Fonte : Própria(Logixpro), 2021.

- Atuador 3 ativa o temporizador T4:22 e depois ativa M0.
- Atuador 4 ativa o temporizador T4:23 e depois ativa M1.
- Atuador 5 ativa o temporizador T4:24 e depois ativa M2.

2.3 ESTEIRAS INDUSTRIAIS

Como objetivo, tem-se a locomoção das esteiras, para essa locomoção de esteira é necessário inserir drivers (Figura 28) e motores de passo. Os drivers irão mandar os comandos para os motores de passo, ou seja, os pulsos, pois os motores dependem de pulsos. Através de pulsos, os motores terão o deslocamento contínuo e proporcional à frequência de pulsos. Tudo isso é necessário, pois controlando os motores com os comandos enviados ao driver e depois o driver controlando os motores, teremos o essencial, que é a rotação dos motores de passo, os quais serão conectados às esteiras e as mesmas irão igualar seus movimentos de acordo com a velocidade de rotação dos motores. Tudo isso é dependente da conexão das esteiras com os motores de passo.

Figura 28 - Driver de motor AC.



Fonte : DRIVER MOTOR DE PASSO AKDMP16 -7.2A (Datasheet).

Para o controle do driver será utilizado um Arduino, que ficará entre os comandos do CLP(Controlador lógico programável) e o driver. Esse Arduino será eficiente, pois fará de forma detalhada, o envio dos comandos para o driver, pois o CLP é apenas o sinalizador de qual motor e componente irá realizar o início de funcionamento ou a parada. A seguir (Figura 29 e 30) será verificado o exemplo de código necessário, que mostra a importância do uso de Arduino no sistema automatizado.

Figura 29 - Acionamento de driver de motor de passo, parte 1.



```
int pin01= 2; // pino para gerar pulso
int pin02= 4; // pino para informar a direção da rotação horária
int pin03 = 7; // pino ativa e desativa motor
int pin04 = 8; // recebe sinal do CPL, para ativação do motor

int i;
void setup() {

  Serial.begin(9600);
  Serial.print("Iremos iniciar o processo de rotação do motor de passo");
  pinMode(pin01, OUTPUT);
  pinMode(pin02, OUTPUT);
  pinMode(pin03, OUTPUT);
  pinMode(pin04, INPUT);
}
```

Fonte: Própria.

Nas figuras 29 e 30, verifica-se os comandos que irão controlar o driver do motor de passo. No código, ele envia o comando de ativa ou desativa o driver de motor de passo. Além disso, envia a informação pro driver, que a rotação será no sentido horário. Como base principal disso, a informação recebida do CLP(Controlador lógico programável), irá iniciar e permitir qualquer ação enviada do Arduino para o driver.

Figura 30 - Acionamento de driver de motor de passo, parte 2.

```
}  
  
void loop() {  
  if(pin04 == HIGH){  
    digitalWrite(pin03, LOW); // ativa driver e motor  
    digitalWrite(pin02, HIGH); // ativa entrada de sentido horário  
  
    Serial.print("Sentido horário");  
    while(pin04 != LOW ){  
      Serial.println("Motor ativo");  
      digitalWrite(pin01,HIGH); // Envia um pulso de um passo  
      delay(500); // Tempo de meio segundo, para controlar a velocidade.  
    }  
  }  
}
```

2.4 VÁLVULA SOLENOIDE

Figura 31 - Válvula solenoide.



Fonte : Adaptado de Grabcad, 2021.

A válvula solenoide (Figura 31) irá controlar a atuação do cilindro do sistema automatizado. O funcionamento desta válvula acontece quando o sinal elétrico é recebido, ele troca a direção do ar que entra na mesma. Com tudo isso, ao receber o sinal do controlador lógico, iremos ativar a válvula no seu devido tempo, através disso, será acionado o cilindro, o qual irá exercer sua função necessária, que aqui é desmoldar o molde do tijolo.

2.5 MANGUEIRAS PNEUMÁTICAS

As mangueiras serão alojadas na parte pneumática do sistema, ou seja, na etapa do desmolde do molde do tijolo. Elas são responsáveis pelo direcionamento do ar em determinada etapa, no caso, entre as válvulas e cilindros pneumáticos. Elas serão adaptadas de acordo com a dimensão do sistema, e terão dimensionamentos de acordo com os componentes pneumáticos, onde as válvulas serão interligadas.

As mangueiras pneumáticas são escolhidas de acordo com as conexões e entradas e saídas de cada componente. Tudo isso, para um perfeito funcionamento e encaixe. Nas próximas figuras teremos ilustrações de alguns modelos de mangueiras e conexões.

Figura 32 - Ilustração de mangueira 6 mm.



Fonte: Adaptado de Mecardo livre, 2021.

Na figura 32, tem-se a imagem de uma mangueira pneumática de 6mm, para seu perfeito funcionamento e uso, tem-se que as usar em conexões de 6mm, para seu perfeito encaixe. As conexões serão utilizadas para encurtar ou adaptar o caminho das mangueiras pneumáticas nos sistemas. Serão encontradas conexões nos orifícios das válvulas elétricas pneumáticas e nos cilindros pneumáticos. Elas são importantes, pois auxiliam nas ligações entre mangueiras e componentes. Na figura 33 a seguir, podemos ter noção sobre a conexão pneumática.

Figura 33 - Conexão pneumática 6mm.



Fonte: Vendas(Mercado livre), 2021.

2.6 MOTOR DE PASSO

Figura 34 - Motor de passo.



Fonte : Adaptado de Grabcad, 2021.

Sua função é movimentar a esteira no momento certo, mas tudo através de comandos. O motor receberá o comando através do seu driver controlador de motor e passo e fará com que os produtos da esteira vão até sua próxima etapa. A esteira é composta por um tipo de material, que pode ser chamada também de lona e internamente ela é adaptada com uma polia. Ambos componentes farão uma composição, para auxiliar no processo de movimentação da polia. Pode-se obter uma ideia desses materiais nas próximas imagens.

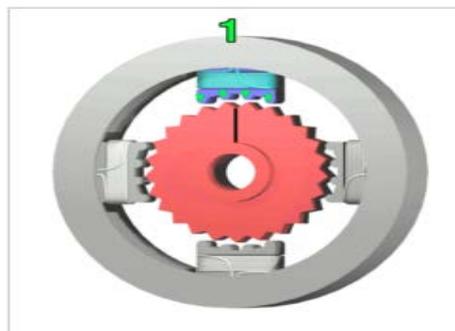
Figura 35 - Lona de esteira.



Fonte: Copyright 2021 Lonas para Esteira.

A figura 35 mostra da lona da esteira, é uma suposta visualização, sendo que se pode comprar de vários e diferentes fornecedores e materiais. Na figura 36, visualiza-se a imagem da polia, que irá trazer a ideia reforçada do movimento e da composição interna da polia.

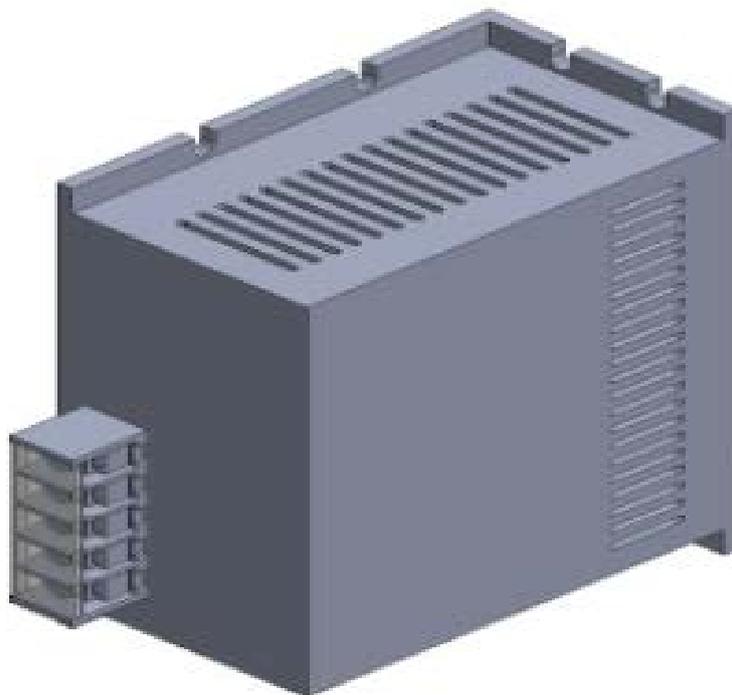
Figura 36 - Polia de motor de passo.



Fonte : WIKIPÉDIA a enciclopédia livre, 2021.

2.7 DRIVER DE MOTOR

Figura 37 - Driver de motor de passo.

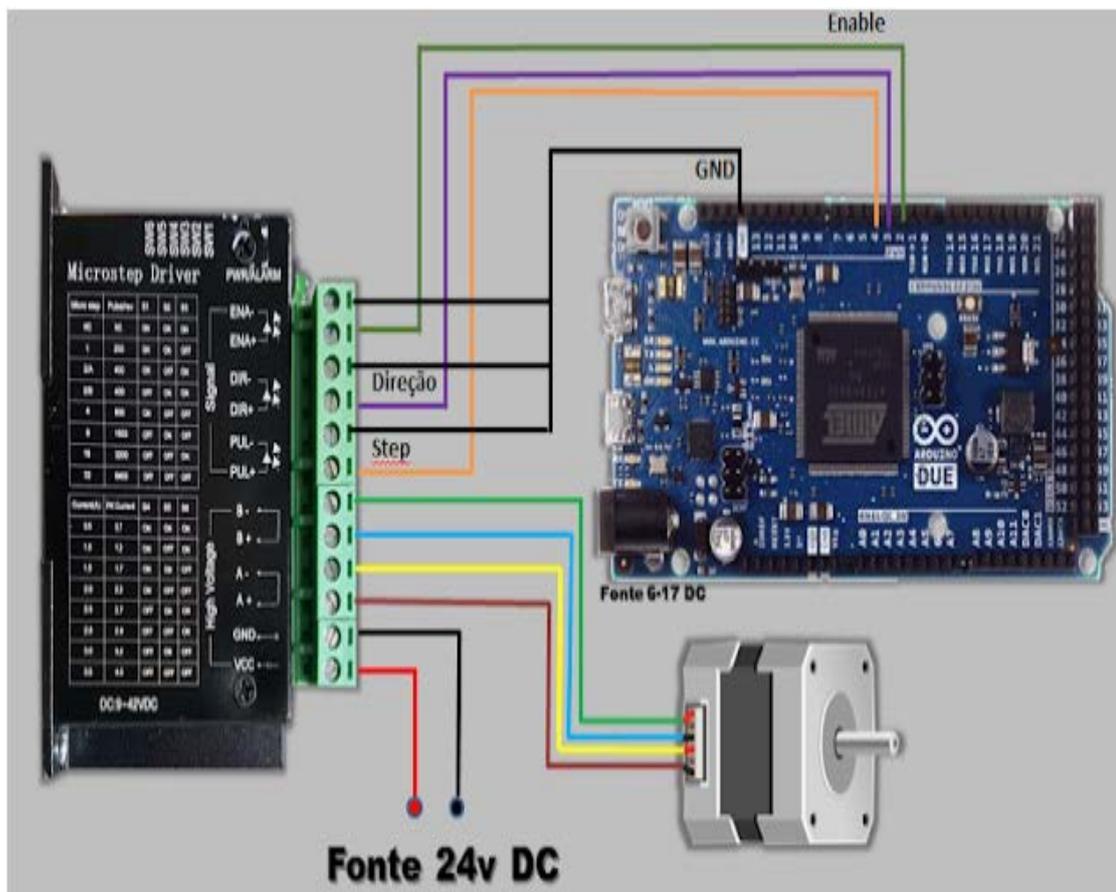


Fonte : Adaptado de Grabcad, 2021.

O driver de motor de passo (Figura 37), que é designado, para ser alimentado e controlado, para enviar os comandos necessários para o motor. Ele é composto pela alimentação, para sustentar o driver. O driver tem também as chaves de controles, para especificar os níveis das correntes. Ele tem os terminais das entradas de pulsos, alguns motores necessitam de um pulso, para sair da velocidade zero. Pode-se também encontrar no driver de motor de passo, os terminais de direção do movimento do motor, ou seja, o motor de passo pode ter o movimento do motor do sentido horário ou anti-horário. Com essa direção, se houver necessidade do produto na esteira, voltar uma etapa do processo, pode-se verificar a situação e adequar o sistema. Não menos importante, encontra-se no driver um terminal de acionar ou não acionar o driver, que irá conduzir o motor.

2.8 MAPEAMENTO ELÉTRICO DO MOTOR DE PASSO

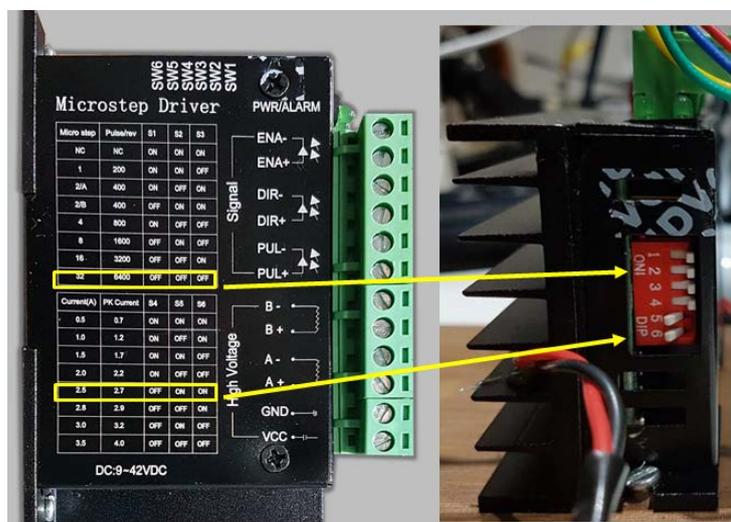
Figura 38 - Ambiente de montagem do motor de passo.



Fonte: Fernando K. 2021.

Na figura 38, pode-se verificar ligações normais de um motor bipolar, com a utilização de um arduino due. Com a utilização de um arduino, pode-se controlar as funções do motor de passo, como sua ativação, seu sentido e o pulso essencial para seu funcionamento. Essa ligação será inserida no circuito do sistema automatizado de tijolos. O Arduino serve para mandar os comandos para o driver e também auxiliar o driver na liberação de pulso, auxílio também na liberação de comando de direção de rotação do motor de passo e também pode controlar o ativa e desativamento do funcionamento do motor de passo.

Figura 39 - Ambiente de montagem do motor de passo no driver.



Fonte: Fernando K, 2021.

Na figura 39, pode-se perceber que para o funcionamento do motor, deve-se chavar o driver de acordo com as especificações do fabricante. Ou seja, tem-se determinada necessidade com especificações e um tipo de motor de passo, logo, com tudo isso é só chavar o driver no local indicado.

Figura 40 - Ambiente de programação do motor de passo no arduino.

```

sketch_nov23a | Arduino 1.8.15
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
sketch_nov23a $
const int ena = 2; //habilita o motor
const int dir = 3; //determina a direção
const int pul = 4; //executa um passo
const int intervalo = 350; //intervalo entre as
// mudanças de estado do pulso
boolean pulso = LOW; //estado do pulso

void setup()
{
  pinMode(ena, OUTPUT);
  pinMode(dir, OUTPUT);
  pinMode(pul, OUTPUT);
  digitalWrite(ena, LOW); //habilita em low invertida
  digitalWrite(dir, HIGH); // low CW / high CCW
  digitalWrite(pul, HIGH); //borda de descida
}

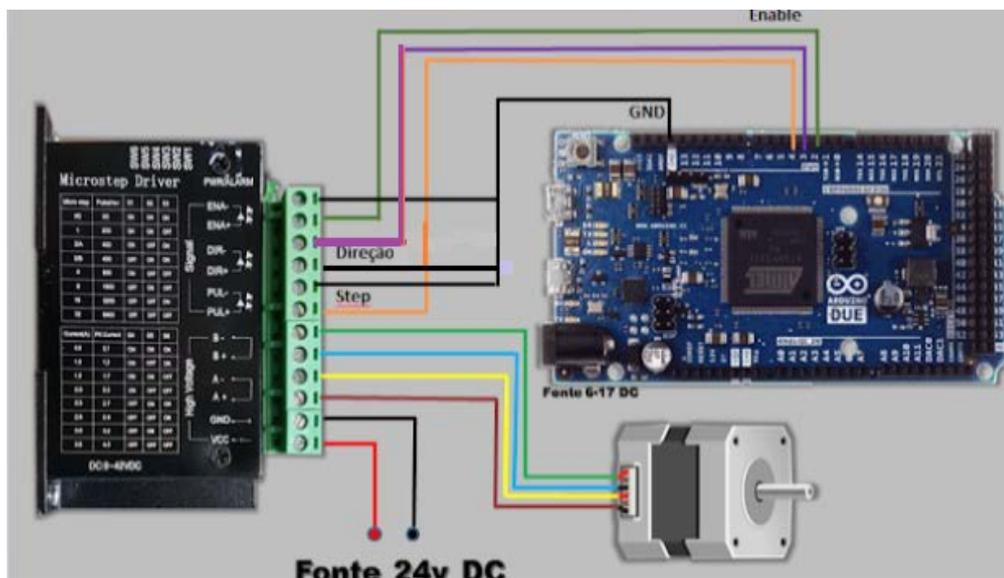
void loop()
{
  pulso = !pulso; //inverte o estado da variável
  digitalWrite(pul, pulso); //atribui o novo estado à porta
  delayMicroseconds(intervalo);
}

```

Fonte: Adaptado arduino, 2021.

O código da figura 40, serve para a rotação horária e anti-horária do motor. Para a rotação anti-horária apenas serão mudadas algumas ligações na montagem do circuito elétrico do motor, driver e arduino due. Encontram-se na seguir, na figura 41:

Figura 41 - Montagem do motor de passo com arduino, sentido invertido.



Fonte: Adaptado de Fernando K, 2021.

2.9 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

Figura 42 - Quadro de distribuição.



Fonte : Siemens BRASIL, 2021.

A inclusão deste material é para auxiliar e fazer a organização de cabos e não esquecendo, fazer a proteção dos componentes ou sistema como um todo. Toda fiação que irá controlar os motores, os sensores, o envasador, os atuadores e tudo que for necessário, terá seu mapeamento em um quadro de distribuição. Tudo isso, pois quanto mais organizado, melhor a manutenção e a proteção do sistema automatizado e das pessoas aliadas ao sistema de produção.

2.10 DISJUNTORES

Figura 43 - Disjuntor.



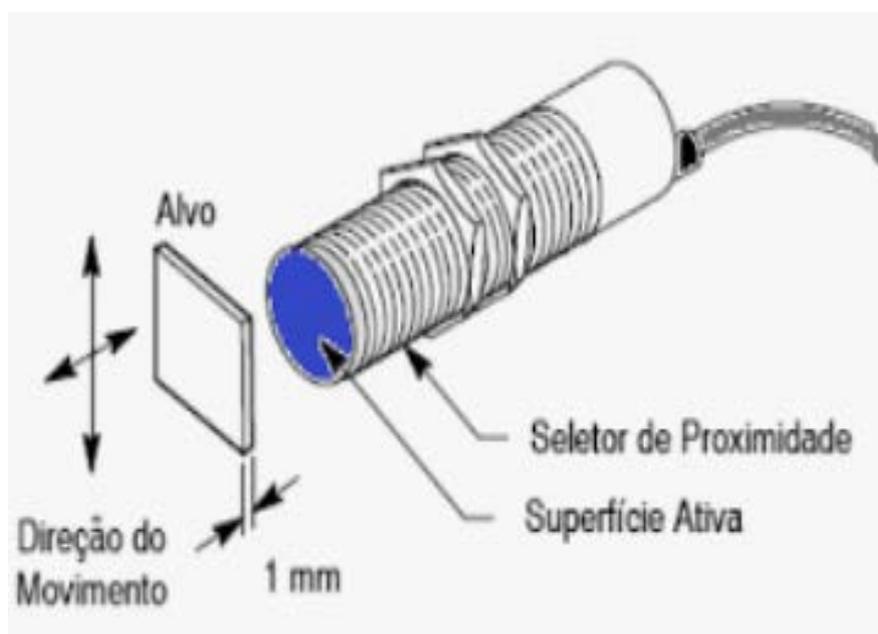
Fonte: SIEMENS BRASIL, 2021.

Para proteger o sistema como um todo, o importante até o momento, são os disjuntores no quadro de distribuição, tudo isso será feito de forma organizada, visando a melhor forma de proteção e implementação do sistema. A finalidade do disjuntor é evitar picos de corrente e sobrecarga, logo, se algo não esperado ocorrer, o disjuntor será disparado ou manipulado da melhor forma.

2.11 SENSOR ÓPTICO DE PROXIMIDADE

O sensor será responsável pela localização do molde ou produto, que ficará na esteira durante o funcionamento do processo. O sensor manda um sinal para o sistema, quando o produto passa pela sua parte frontal. Logo, ele irá verificar uma diferença variável no seu range de alcance, isso faz com que ele tenha certeza que o molde ficará localizado na frente e na posição onde o sensor de proximidade se localiza. O sensor será alojado em várias posições, onde é necessário identificar a localização do molde na esteira. Por exemplo, quando o molde for colocado no início da esteira, um sensor localizado no início da esteira ou processo irá enviar um sinal, para a lógica *ladder*, fazendo com que ele seja o responsável pela liberação da próxima etapa do sistema, que é o deslocamento da esteira e conseqüentemente do molde, para chegar até a próxima etapa do sistema, ou chegar até o próximo sensor, que irá localizar o molde na próxima etapa. Chegando nessa próxima etapa, esse sensor da próxima etapa, fará a liberação do próximo comando, que é a etapa e comando relacionados ao envasador. Na maioria das etapas é necessário o uso de sensores, pois eles mapeiam e ajudam nas etapas do processo e localização no molde em certa posição da esteira.

Figura 44 - Sensor de proximidade.

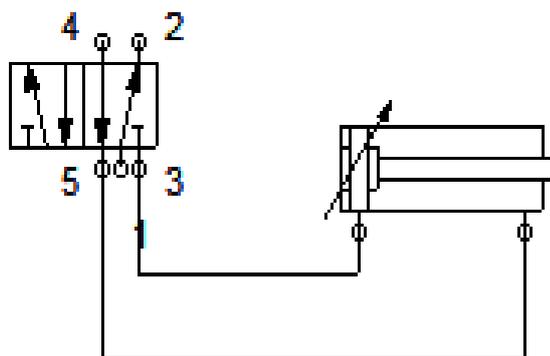


Fonte : © Direitos de autor. 2017: Gomes; Sinésio Raimundo.

2.12 CILINDROS PNEUMÁTICOS ATUADORES:

O cilindro será pneumático e terá acionamento através de válvula elétrica, podemos especificar a montagem a seguir:

Figura 45 - Acionamento de cilindro pneumático.



Fonte : Própria (*FluidSIM - software*).

Pode-se fazer uma breve explicação, quando a válvula libera o ar comprimido, para o cilindro, o cilindro vai ser atuado, ou seja, fará atuação para a área exterior. De forma contrária, o cilindro voltará à posição de repouso inicial. Logo, através desse funcionamento, o sistema pneumático principal funcionará. Pois é necessário ter noção das conexões e mapeamento do interior dos componentes, pois só assim o ar irá ter seu percurso direcionado à finalidade da atividade desejada, que é a atuação de um cilindro, que irá auxiliar no desmolde do molde do tijolo.

2.13 PURGADOR OU ENVASADOR DE MATERIAL

O purgador vai ser alimentado de forma externa, mas a liberação do material será controlada através de comandos, que o sensor de proximidade vai enviar pro sistema controlado através de lógica.

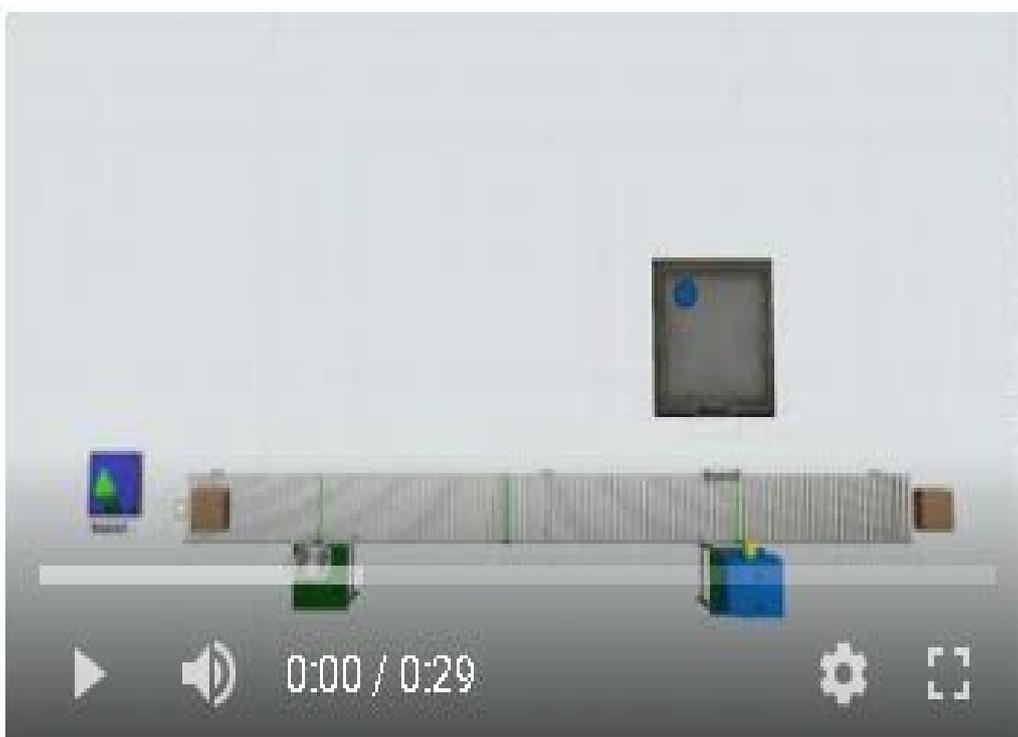
O purgador tem um ativador e desativador de liberação ou pausa de envio de material, que será colocado em seu tanque. Esse desativa e ativa serão conectados ao CLP, através das fiações adequadas. Todo esse controle será controlado através da linguagem *ladder*. Esse controle será feito no momento e ordem exata de funcionamento. Ou seja, quando o molde se posicionar na frente do envasador, o sensor de proximidade localizado na frente do envasador, irá mandar comandos para o CLP, fazendo com que o CLP (Controlador lógico programável), libere o sinal para ativação da liberação de material alojado no tanque no envasador, para ser despejado dentro do molde do tijolo.

3 ANÁLISES E RESULTADOS

3.1 ANÁLISE DA SIMULAÇÃO COM SEUS BENEFÍCIOS

Na figura a seguir (Figura 46), encontra-se a simulação, que é um dos focos deste trabalho, pois assim poderemos mapear o funcionamento real do processo. O vídeo consta no link a seguir : https://youtu.be/Yk9mM_B44Yw.

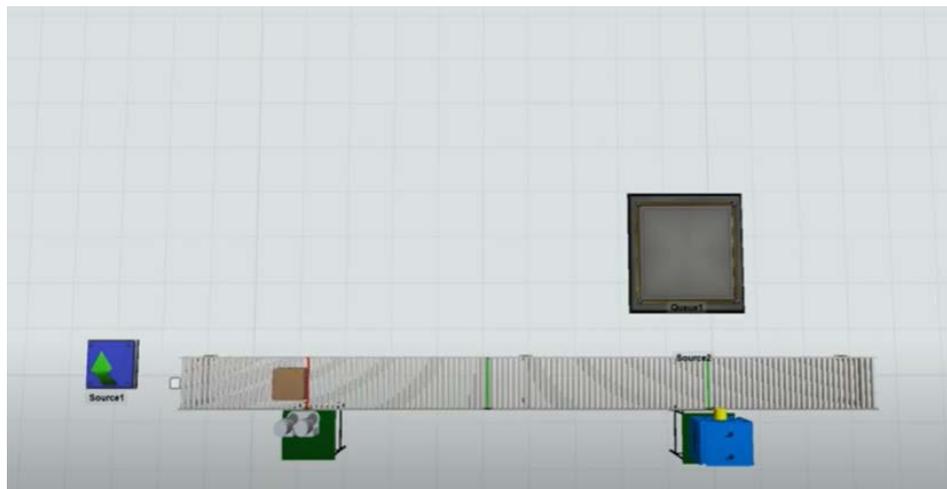
Figura 46 - Visão geral da simulação do sistema de automatização.



Fonte: Própria.

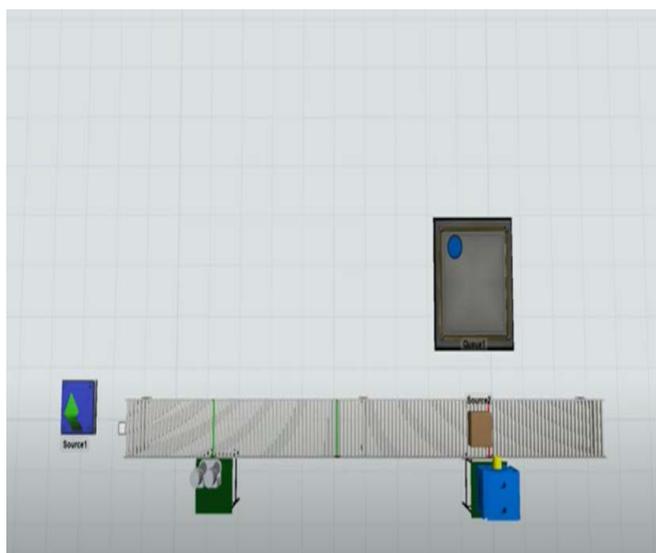
A primeira etapa mostra o molde sendo abastecido, por esse abastecedor azul. Esse tempo de abastecimento será de dois minutos com base no processo real, por molde. Após a esteira ser abastecida com o molde, este seguirá para o envasador, onde também passa um tempo despejo de material, até que o molde seja preenchido totalmente pelo material do tijolo. Após isso, nessa situação, o molde vai para uma próxima posição e ele vai ficar parado esperando o tempo de secagem, e após 3 minutos, ele segue para a posição que fica em frente ao envasador. Após ser retirado todos os pinos, o tijolo segue desmoldados dos pinos e apenas será tirada a base do molde e depois vai para o empacotamento do produto. Essas etapas explicadas serão ilustradas nas figuras a seguir (Figuras 47 e 48):

Figura 47 - Molde posicionado em frente ao envasador.



Fonte: Própria.

Figura 48 - Desmoldagem das pinagens do molde.



Fonte: Própria.

Com isso, cada molde ficará na esteira em torno de 380 segundos ou no sistema de automação de tijolos. Isso é com base no sistema de programação lógico do CLP (Controlador lógico programável), pois já foi definido na metodologia que foi executada no *software* de CLP. Com cada sistema projetado e implementado na realidade, esse tempo depende do tamanho do molde, ou seja, da quantidade de material despejada em cada molde.

3.2 ANÁLISE CUSTO E TEMPO

- Tabela no excel, com explicação de despesas e lucros:

Tabela 1 - Tabela despesas e lucro(Modelo arcaico).

Mão de obra de produção arcaica			
Funcionários	Valor unitário do salário(média) R\$	Valor total de funcionários R\$	Produção diária de tijolos(un)
20	1.000,00	20.000,00	1.000
Valor unitário do tijolo	Valor total de vendas do mês:	Custo do Material de cada tijolo:	Investimento de maquinário:
R\$10,00	R\$ 200.000,00	R\$3,00	R\$ 15.000,00
Gsato de energia mensal:	Gasto de transporte de material e produto(Combustível):	Quantidade de Veículo transportador:	Pagamento de motorista(Porpossoa)
R\$ 1.500,00	R\$ 3.000,00	2	R\$1.000,00

Fonte : Produção mediana(Fonte variada), 2021.

Essa tabela faz uma especulação das despesas e lucros de um modelo fabril de produção de tijolos, mas em um processo antigo ou chamado arcaico. A tabela mostra a quantidade de funcionários, o valor de cada tijolo (MERLIN, 2021), o gasto com os funcionários em geral. Além disso, há um balanceamento de dinheiro apurado, custos e lucros.

Tabela 2 - Tabela despesas e lucro(Modelo automatizado).

Mão de obra de produção moderna			
Funcionários	Valor unitário do salário(Média)	Custo total de funcionários(R\$)	Produção diária de tijolos
6	R\$ 1.000,00	R\$ 6.000,00	1.000,00
Valor unitário do tijolo	Valor total de vendas no mês	Custo do material de cada tijolo(média)	Investimento de maquinário
R\$ 10,00	R\$ 200.000,00	R\$ 3,00	R\$ 17.315,00
Gasto de energia mensal	Gasto de transporte de material e produto(Combustível)	Quantidade de veículo transportador	Pagamento do motorista
R\$ 1.500,00	R\$ 3.000,00	2	R\$ 1.000,00

Fonte: Própria.

Essa tabela faz uma especulação das despesas e lucros de um modelo fabril de produção de tijolos, mas em um processo moderno ou chamado automatizado. A tabela mostra a quantidade de funcionários, o valor de cada tijolo, o gasto com os funcionários em geral, além de balanceamento de dinheiro apurado, custos e lucros.

Análise: Pode-se verificar que o benefício vai ser na quantidade de funcionários realizando alguma atividade no processo de produção de tijolos. Logo, o lucro virá na maior parte da economia e retirada da mão de obra excessiva.

A seguir irá ser verificado uma tabela (Tabela 03) com os materiais essenciais que serão comprados, para a execução dessa automação.

Tabela 3 - Tabela despesas com materiais (Modelo automatizado).

Qtd	Materiais:	Valor:
1	CLP SIEMENS	R\$ 950,00
4	Atuadores pneumáticos	R\$ 748,00
3	Esteiras transportadoras	R\$ 3.000,00
1	Envasador	R\$ 2.640,40
1	Mangueira 100m	R\$ 180,00
1	Fio elétrico	R\$ 100,00
1	Quadro de distribuição	R\$ 100,00
3	Arduino mega	R\$ 150,00
3	Driver de motor de passo	R\$ 91,00
3	Motor de passo	R\$ 160,00
3	Válvula eletropneumática	R\$ 50,00

Fonte: Mercado livre.

3.3 TESTES DE ALGUNS COMPONENTES DE AUTOMAÇÃO

Na figura 49, encontram-se um teste de cilindro pneumático, com intuito de firmar a parte do sistema automatizado, que inclui o cilindro pneumático, para a retirada de partes do molde do tijolo do processo de produção.

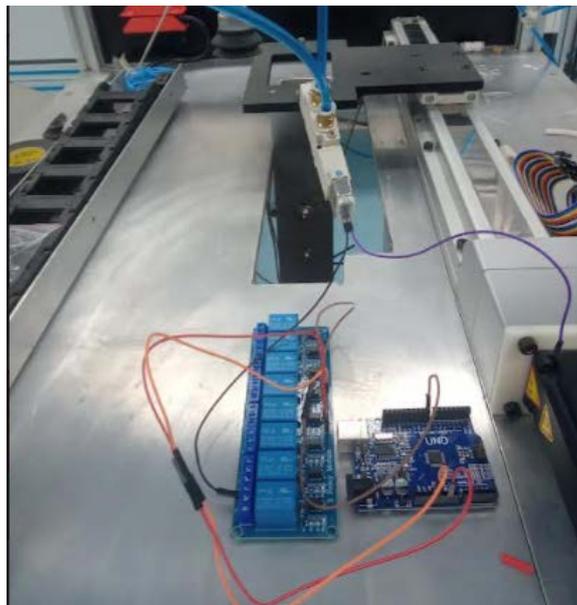
Figura 49 - Cilindro pneumático.



Fonte: Própria.

Na figura 50, encontra-se um teste com Arduino e válvula eletromecânica. Tudo isso, para auxiliar o CLP (controlador lógico pneumático) no envio de comandos para com os componentes de automação, no caso, válvula eletropneumática.

Figura 50 - Arduino e válvula pneumática.



Fonte: Própria.

CONCLUSÃO

A otimização da produção de tijolos é importante para a área de construção civil. Assim, procedimentos, materiais e simulações de um sistema automatizado de produção de tijolos são necessários para a área, com o foco em sistemas industriais, ou seja, usando processos de automação para otimizar a produção em escala. Dessa forma, metodologias e casos de uso foram analisados para a criação de um sistema industrial automatizado mais próximo da realidade. O escopo da análise é na aplicação de técnicas e conceitos de automação industrial, com o uso de componentes e procedimentos de controle, tendo, portanto, uma abordagem industrial moderna e flexível, para utilização como base na execução e montagem de sistemas automatizados no futuro, não somente de uma área específica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Air Press Compressores. **Mangueira Pneumática Reta de TPU**. Disponível em: <https://www.airpresscompressores.com.br/produto/mangueiras/mangueira-pneumatica-reta-de-tpu/>. Acessado em 22 de julho de 2021.

ARNOLD, P. & WHITE, P. **A Era da Automação**. Editora Lidador, Rio de Janeiro, **1965**. **Belton Pneumática**. Cilindro pneumático: o que é e qual a sua função? c2019. Disponível em: <https://belton.com.br/blog/cilindro-pneumatico-o-que-e/>. Acessado em: 22 de julho de 2021.

BONACORSO, Nelson Gauze; NOLL, Valdir. **Automação Eletropneumática**. Fornecedor Pneumática. 9. ed. São Paulo: Érica, 2006. FESTO DO BRASIL.

CRUZLIMAQ. **Esteira Transportadora**. c2017-2021. Disponível em: <http://www.cruzlimaq.com.br/esteira-transportadora.php>. Acesso em: 22 de julho de 2021.

Datasheet. **Sensores Fotoelétricos**. Disponível em: <https://www.bhseletronica.com.br/pdf/catalogo-sensor-fotoeletrico-g18-rev-out-18.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2021.

ELETROGATE. **Relé Songle 5V**. c2021. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/rele-songle-5v>. Acesso em 22 de julho de 2021.

ESTUDO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO – **MÁQUINA CONSTRUTORA DE TIJOLOS**. CERETTA, LUCIANO. Engenharia Mecânica. 2014. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI, 2014.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Eletrônico Aurélio Século XXI**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira e Lexikon Informática, 1999.

FERNANDO K, 2021. **Ambiente de montagem do motor de passo no Arduino**. Disponível em : <https://www.fernandok.com/2021/>. Acesso em: 19 de novembro de 2021.

GOMES, Eduardo. **Implantação de automação nos processos produtivos numa cerâmica de tijolos localizada em Meleiro - SC**. Gomes, Eduardo. Administração de empresas, UNESC, [s.d.].

GRABCAD. **Imagem de esteira transportadora em 3D**. Disponível em : <https://grabcad.com/library>. Acessado em : 18 de julho de 2021.

JABU. **Botão de emergência cogumelo 1NF vermelho**. Disponível em: <https://www.jabu.com.br/botao-cogumelo-de-emergencia-1nf-cew-begm-01-vermelho-weg-60886>. Acesso em: 17 de outubro de 2021.

LONAS PARA ESTEIRA. **Lonas para esteira**. Disponível em : <http://www.lonasparaesteira.com.br/products/3-Lonas-para-Esteira-%28descri%E7%E3o-no-anuncio%29.html> . Acesso em: 30 de agosto de 2021.

MATTEDE, Henrique. **Como calcular a bitola do fio! Mundo da elétrica** - Conceitos de eletricidade, c2014-2021. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/calcular-a-bitola-do-fio-como-calcular/>. Acessado em 22 de julho de 2021.

MERCADO LIVRE. **Valores dos componentes de automação**. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/> . Acesso em : 19 de dezembro de 2021.

MERCADO LIVRE. **100 Mts Mangueira Pneumática Poliuretano Azul 6 X 4mm 10 Bar**. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br>. Acesso em: 19 de agosto de 2021.

MERLIN, LEROY. **Tijolos comuns**. Disponível em: leroymerlin.com.br/tijolos-comuns. Acesso em : 19 de agosto de 2021.

MF Rural - Mercado Físico Rural. **Forma manual para fabricar blocos de concreto** (COód.214557). Market Place, MF Rural. Marília – SP, [s.d.]. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/214557/forma-manual-para-fabricar-blocos-de-concreto>. Acessado em: 22 de julho de 2021.

Minas Júnior – Consultoria Mineral. **Do que são feitos os tijolos, 2017**. Disponível em: <https://www.minasjr.com.br/do-que-sao-feitos-os-tijolos/>. Acessado em: 22 de julho de 07 de 2021.

MOREIRA, Ilo da S. **Hidráulica móbil**. SESI SENAI, p.272, 2014.

Multilógica-Shop. **Sensor de proximidade infravermelho E18-D80NK. 2021**. Disponível em: <https://multilogica-shop.com/sensor-de-proximidade-infravermelho-e18-d80nk>. Acessado em 22 de julho de 2021.

NAJAR, Gilvan. **Equipamentos e Processos Industriais** – Elementos de entrada. Eletrônica Digital – Curso Técnico. Escola Fucapi, 2015.

OXFORD LANGUAGES. **O que é molde**. Disponível: www.google.com/search?q=O+que+é+um+molde. Acesso em : 20 de julho de 2021.

PROVTEC SOLUÇÕES, **Fabricante de Máquinas e Equipamentos Industriais**. Disponível em: <https://www.provtec.com.br/esteira-transportadora>. Acesso em: 07 Novembro 2021.

SILVEIRA, Cristiano B. **O que é um cilindro pneumático? E quais os tipos? Automação Industrial, Pneumática** – Cistisystems, 2017. Disponível em: <https://www.cistisystems.com.br/cilindro-pneumatico/>. Acessado em: 22 de julho de 2021.

Soluções Industriais. **CLP Siemens**. c2014-2021. Disponível em: <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/automatizacao-e-robotica/logus-automacao/produtos/acessorios/clp-siemens>. Acessado 22 de julho de 2021.

SIEMENS. **Quadro de distribuição, 2021**. Disponível em : <https://new.siemens.com/br/pt/empresa/stories/energia/quadro-de-distribuicao-o-que-e-como-funciona-e-como-instalar.html> . Acesso em : 22 de outubro de 2021.

Sensores indutivos industriais. **Sensores indutivos**. Disponível em: <http://controleeautomacaoindustrial3.blogspot.com/2015/04/revisao-01-sensores-de-proximidade.html>. Acesso em: 18 de setembro de 2021.