

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTENICA
CURSOS SUPERIORES DE TECNOLOGIA MECATRÔNICA E
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

RAFAEL KRAMER MONTES

VALDIR DOS SANTOS

MÁQUINA PARA CORTE DE SOLADO DE CHINELO

**CURITIBA
2014**

RAFAEL KRAMER MONTES
VALDIR DOS SANTOS

MÁQUINA PARA CORTE DE SOLADO DE CHINELO

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Tecnólogo, pelo Cursos de Tecnologia em Mecatrônica e Automação Industrial – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Dr.^a Denise Rauta Buiar

CURITIBA
2014

VALDIR DOS SANTOS

RAFAEL KRAMER

MÁQUINA PARA CORTE DE SOLADO DE CHINELO

Este trabalho de Diplomação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de **Tecnólogo em Automação Industrial**, do **Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial** da **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**.

Curitiba, 28 de março de 2014

Prof. José da Silva Maia, M.Sc.

Coordenador de Curso

Departamento Acadêmico de Eletrotécnica

Prof. Rafael Fontes Souto, Dr.

Responsável pelo Trabalho de Diplomação da Tecnologia

Departamento Acadêmico de Eletrotécnica

BANCA EXAMINADORA

Prof^a, Denise E. H. David, Dr.^a.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^a. Denise Rauta Buiar, Dr.^a.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Orientadora

Prof. Milton Luiz Polli, Dr.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^a, Lilian Moreira Garcia, Dr.^a.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Pouco conhecimento faz que as criaturas se sintam orgulhosas.
Muito conhecimento, que se sintam humildes.
É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o céu,
enquanto que as cheias abaixam para a terra, sua mãe.

Leonardo da Vinci

RESUMO

MONTES, Rafael Kramer; DOS SANTOS, Valdir. Máquina para corte de solado de chinelo. 2014. 00p. Monografia (Graduação) – Curso de Tecnologia em Mecatrônica e Automação Industrial, UTFPR, Curitiba.

Este projeto visa o estudo para uma possível construção mecânica e elétrica de uma prensa automática para fabricação de palmilhas para chinelos de material EVA, ele engloba toda a parte estrutural e seus dispositivos mecânicos necessários para o seu funcionamento geral assim como toda a parte elétrica e eletrônica necessária para a integração de seus equipamentos. O equipamento pode proporcionar uma produção mais elevada de palmilhas para pequenas empresas ou pessoas que desejam trabalhar no ramo de fabricação de sandálias e que geralmente tem a sua produção limitada pelo baixo volume devido a sua fabricação ser manual. Este equipamento tem um custo de fabricação baixo, pois possui sistemas simples com componentes de fácil aquisição no mercado e de baixo custo.

PALAVRAS-CHAVES: Máquinas de corte, Solados EVA, Equipamento, Custo.

ABSTRACT

This project aims to study the mechanical and electrical construction of an automatic press for making soles for sandals EVA material, it encompasses all the structural and mechanical devices necessary for its functioning as well as general all necessary electronics and electricals to integrate their equipment. The equipment can provide a higher production of insoles for small businesses or individuals wishing to work in the business of manufacturing sandals and that generally has limited its production at low volume manufacturing due to its being manual. This equipment has a low manufacturing cost, because it has simple systems with components easy to purchase in the market and low cost.

KEYWORDS: EVA, Equipment, Cost.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	-	ILUSTRAÇÃO DE UMA PRENSA MANUAL.....	10
FIGURA 2	-	PROCESSO DE CORTE MANUAL.....	13
FIGURA 3	-	MÁQUINA DE CORTE SEMIAUTOMÁTICA.....	14
FIGURA 4	-	ELEMENTOS DE DESEMPENHO.....	16
FIGURA 5	-	ILUSTRAÇÃO DE CILINDRO DE IMPACTO.....	19
FIGURA 6	-	ILUSTRAÇÃO DE ENGRENAMENTO.....	20
FIGURA 7	-	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO CLP.....	22
FIGURA 8	-	ILUSTRAÇÃO DE UTILIDADE DE IHM.....	23
FIGURA 9	-	EXEMPLO DE CONEXÃO CLP<->IHM<->PG.....	23
FIGURA 10	-	MOTOR DE PASSO UNIPOLAR E BIPOLAR.....	24
FIGURA 11	-	EXEMPLO DE CONSTRUÇÃO DE MOTOR DE PASSO.....	24
FIGURA 12	-	MOTOR DE PASSO UTILIZADO NO PROJETO.....	25
FIGURA 13	-	DRIVER UTILIZADO NO PROJETO.....	25
FIGURA 14	-	PROJETO TCC.....	26
FIGURA 15	-	EXEMPLO DE SIMULAÇÃO.....	27
FIGURA 16	-	EXEMPLO DE ESQUEMÁTICO FEITO NO QELETRO.....	28
FIGURA 17	-	EXEMPLO DE CONSTRUÇÃO TRIDIMENSIONAL.....	28
FIGURA 18	-	VISTA FRONTAL.....	29
FIGURA 19	-	VISTA SUPERIOR.....	30
FIGURA 20	-	VISTA LATERAL.....	30
FIGURA 21	-	NETWORKS 1 E 2.....	31
FIGURA 22	-	NETWORKS 1 E 2.....	33
FIGURA 23	-	NETWORKS 3 E 4.....	33
FIGURA 24	-	NETWORKS 5 E 6.....	34
FIGURA 25	-	NETWORKS 7 E 8.....	34
FIGURA 26	-	NETWORK 9	35
FIGURA 27	-	NETWORK 10.....	35
FIGURA 28	-	NETWORK 11.....	35
FIGURA 29	-	NETWORK 12.....	36
FIGURA 30	-	EXEMPLO DE FUNCIONAMENTO DO SETUP.....	41
FIGURA 31	-	PARTE DO LADDER COM DENOTAÇÃO AO SETUP.....	42
FIGURA 32	-	IHM TD 200C.....	42

FIGURA 33 -	MARCA A.....	51
FIGURA 34 -	MARCA B.....	51
FIGURA 35 -	MARCA C.....	52
FIGURA 36 -	MARCA D.....	52
FIGURA 37 -	PROJETO ESTRUTURAL.....	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
1.1	TEMA.....	08
1.2	PROBLEMA.....	09
1.3	JUSTIFICATIVA.....	10
1.4	OBJETIVOS.....	11
1.4.1	Objetivos Gerais.....	11
1.4.2	Objetivos Específicos.....	11
1.5	METODOLOGIA.....	11
2	EMBASAMENTO TEÓRICO PARA DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.	13
2.1	PESQUISA DE EQUIPAMENTO DE CORTE DE SOLADOS.....	13
2.1.1	Corte Manual.....	13
2.1.2	Processo de Corte Semiautomático.....	14
2.1.3	Características das Máquinas Existentes no Mercado.....	14
2.2	ELEMENTOS DE COMPETITIVIDADE.....	15
2.2.1	Modelo Proposto por Slack.....	15
2.3	MECÂNICA.....	16
2.3.1	Estrutura do Equipamento.....	16
2.3.1.1	Rolamentos.....	17
2.3.1.2	Cilindro Pneumático de Impacto.....	17
2.3.1.3	Engrenagens.....	19
2.3.1.4	Correntes.....	20
2.4	ELÉTRICA.....	21
2.4.1	Controlador Lógico Programável - CLP.....	21
2.4.2	Interface Homem Máquina (IHM).....	23
2.4.3	Motores de Passo.....	24
2.5	SOFTWARE DE <u>SIMULAÇÃO</u>	26
2.5.1	Software de Simulação PCSIMU.....	26
2.5.2	Simulador de CLP S7-200.....	26
2.6	SOFTWARE PARA ESQUEMA ELÉTRICO.....	27
2.6.1	Software QELETRO.....	27
2.7	SOFTWARE SOLIDWORKS.....	28
3	DESENVOLVIMENTO DA MÁQUINA PROPOSTA.....	29
3.1	ESTRUTURA DA MÁQUINA.....	29

3.2	COMPONENTES DA ESTRUTURA MECÂNICA.....	37
3.3	SETUP DO MAQUINÁRIO.....	39
3.3.1	Funcionamento da Detecção do Setup.....	40
3.3.2	Programação do CLP para Identificação do Setup.....	41
3.4	ORÇAMENTO.....	43
3.5	SIMULAÇÃO DO PROJETO.....	47
3.5.1	Simulação SolidWorks.....	47
3.5.2	Simulação de Funcionamento da Máquina.....	48
4	COMPARATIVO ENTRE PROJETO E OUTROS EQUIPAMENTOS.....	51
4.1	EQUIPAMENTOS EXISTENTES X PROJETO.....	51
4.2	QUADRO COMPARATIVO.....	53
5	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS.....	56
	APENDICE A – MANUAL DE MONTAGEM DO EQUIPAMENTO.....	57

1. INTRODUÇÃO

1.1 Tema

Nos últimos anos a indústria brasileira tem passado por transformações tecnológicas seguindo uma tendência mundial, devido a isso muitas empresas modernizam seus equipamentos e retiram muitos postos de trabalhos, que deixam de existir devido a esses avanços. A própria empresa muitas vezes não consegue absorver esses trabalhadores em outras áreas da corporação.

Essas pessoas que estão perdendo seus empregos ficam em uma situação em que, ou optam por mudar para uma empresa de pequeno porte ganhando um salário muitas vezes bem menor daquele a que estavam acostumados, ou tentam empreender partindo para um negócio próprio.

Ao tentar empreender em alguma atividade elas correm alguns riscos, principalmente financeiro, porque não procuram orientação adequada e agem por impulso neste novo projeto sem as devidas atenções e cuidados que devem ser observadas para que a atividade escolhida não se torne um motivo de preocupação ao invés de uma saída para a vida profissional e pessoal naquele momento.

Uma das alternativas que podem ajudar neste momento de desemprego é a pessoa se tornar um microempreendedor individual, que é uma pessoa que trabalha por conta própria e que se legaliza como pequeno empresário. Este tipo de atividade tem uma importância significativa na economia do país, pois tem potencial de geração de postos de trabalho e renda.

Hoje em dia no Brasil, o trabalhador conhecido como informal pode se tornar um microempreendedor individual legalizado, isto foi garantido pela lei complementar nº 128, de 19/12/2008, ele passa a ter um CNPJ, o que facilitará a abertura de conta bancária, o pedido de empréstimos e emissão de notas fiscais, além de se enquadrar no simples nacional, imposto criado para essa categoria, e ficará isento de tributos federais (imposto de renda, PIS, COFINS, IPI).

A fabricação de chinelos personalizados em material EVA é uma atividade que se encaixa neste ramo de atividade, porque é uma atividade que utiliza recurso financeiro baixo e mão de obra pouco qualificada. Atualmente, existem no

mercado muitos equipamentos que ajudam na confecção desses chinelos. Contudo a maioria desses equipamentos ainda demanda mão de obra manual.

Este projeto tem o objetivo de fornecer uma alternativa para a fabricação de palmilhas para chinelos personalizados, por meio de um equipamento eletromecânico semiautomático capaz de produzir palmilhas através da ação de esteiras para posicionamento da matéria-prima e um sistema de prensagem por cilindro pneumático para fazer o corte do material

1.2 Problema

A empresa que estimulou o projeto da máquina referida no trabalho é a Royale Indústria e Comércio. Esta empresa, atua no seguimento de chinelos de dedo, onde seus processos envolvem personalização, terceirização de processos, distribuição de material para fabricação de chinelos e fabricação de chinelos com marca própria. Com foco no processo de corte do solado, verificou-se que o método adotado é artesanal e além de gerar um desgaste físico no colaborador que faz esta função, tem a produção muito limitada à vinte e cinco pares por hora em média (dados fornecidos pela empresa).

A baixa capacidade produtiva do processo atual, com rendimento de vinte e cinco pares por hora somado à necessidade de um funcionário por tempo integral, geram um custo considerável para agregar valor ao produto final. O funcionário que trabalha na máquina recebe um salário de R\$ 850,00 por mês, os encargos tributários estão em 6%, alíquota do imposto federal denominada “SUPER SIMPLES NACIONAL”, somado à férias, décimo terceiro salário, vale-transporte e vale-refeição. A despesa total com o funcionário responsável pelo corte da borracha é de R\$ 1270,88. A limitação de produção, também aumenta o custo de maneira indireta, pois para conseguir suprir os gastos com a produção limitada, o preço final tende a ser maior, porém, devido à competição do mercado, o preço também tem um limite de aumento, o que por fim acaba reduzindo a margem de lucro do produto final. Contando todos os processos, o custo dos chinelos fica em 70% do valor final e só no processo de corte ficam representados 17% destes custos.

Considerando então que o processo de corte está impactando diretamente no produto final por usar mão de obra em tempo integral porque o processo de corte é totalmente manual, está se buscando uma alternativa para que

esse processo manual de corte possa ser feito de modo automático, dessa forma haverá redução no custo de fabricação do produto pelo fato do processo se tornar mais ágil, ou seja, uma capacidade de fabricação maior, dispensando a necessidade da presença do operador por tempo integral. Esses fatores vão se refletir no custo final do produto, que poderá ter um preço menor aumentando a competitividade da empresa no mercado.

Uma máquina manual nova, equivalente à utilizada pela empresa Royale, está avaliada em R\$ 6.600,00 (consulta feita no site www.mercadolivre.com.br) conforme pode-se notar na figura 1.

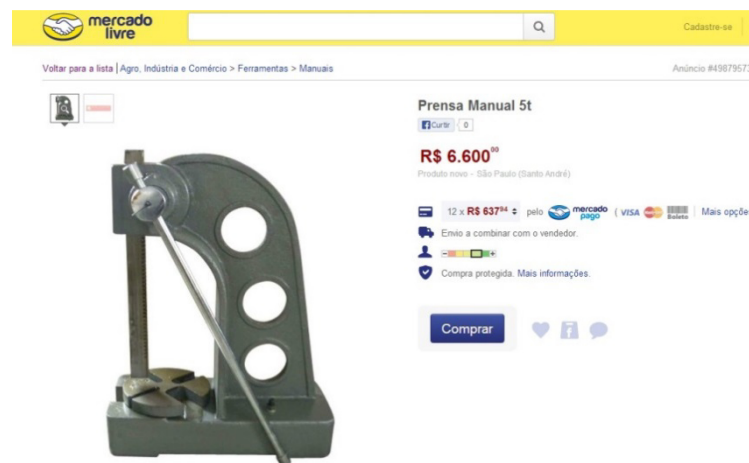


Figura 1 – Ilustração de uma prensa manual
Fonte: MercadoLivre.com.br

1.3 Justificativa

A Royale Indústria e Comércio é uma micro empresa que fabrica e comercializa chinelos personalizados.

Por se tratar de uma micro empresa, os recursos aos quais a mesma dispõe estão limitados aos resultados gerados pela movimentação de vendas, dado o quadro atual, a empresa espera um crescimento de 50% em dois anos, para tal, será necessário alguns investimentos, como aquisição de equipamentos e contratação de mão-de-obra. Segundo a empresa, os maquinários existentes no mercado para corte de solados de chinelos não atendem as expectativas, pois não

encontra máquinas automáticas (máquinas que dispensam a presença constante de operadores) e com uma capacidade produtiva dentro da realidade de cinco mil pares por mês.

Este projeto resultará na elaboração técnica e documental do equipamento automático para fabricar solados para chinelos personalizados através do estudo de outros equipamentos similares já existentes no mercado observando, por meio das informações de rendimento de produção, o que esses equipamentos oferecem, visto que tais máquinas não são totalmente automáticas necessitando assim uma pessoa para operá-las quase que constantemente. O equipamento para fabricação automática, de solados para chinelos personalizados, pode melhorar a produção, pois é uma máquina automática necessitando somente um operador para fazer a alimentação da matéria prima, como é um equipamento de funcionamento simples não requer também conhecimento técnico para operá-la

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos Gerais

Desenvolver um equipamento automático para o corte de solados para chinelos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar e analisar o processo de fabricação de palmilhas para chinelos, bem como, os equipamentos já existentes no mercado.
- Elaborar o projeto mecânico e elétrico.
- Fazer o orçamento mecânico e elétrico do projeto.
- Simular o funcionamento da máquina.
- Elaborar o manual de operação do equipamento.

1.5 Metodologia

A escolha deste equipamento como objeto de pesquisa e desenvolvimento, se dá pela necessidade de se obter uma máquina automática capaz de obter uma produção satisfatória de solados para chinelos, pois existem no mercado equipamentos semiautomáticos que não atendem a necessidade proposta.

Este trabalho tem seu ponto de partida no estudo dos equipamentos já existentes e depois de uma análise feita da necessidade encontrada, inicia-se o desenho técnico de todos os elementos necessários para a construção estrutural e o desenho técnico dos elementos mecânicos da máquina.

A próxima etapa será a escolha dos dispositivos de automação que serão utilizados para o funcionamento e integração dos elementos mecânicos escolhidos no projeto, seguido dos elementos elétricos necessários para o seu funcionamento. A finalização desta etapa será feita por meio de uma simulação de seu funcionamento, em um software específico para que se possa ter uma ideia aproximada da máquina, e seu tempo de ciclo de produção.

A próxima etapa a ser realizada será fazer um orçamento do projeto. Esse levantamento engloba os orçamentos prévios dos elementos mecânicos e elétricos que serão necessários para sua construção.

Alguns softwares serão utilizados para desenhar a estrutura mecânica (SolidWorks), para desenvolver a programação da máquina (Microwin) testar e simular o funcionamento do equipamento (PCSimu).

2. EMBASAMENTO TEÓRICO PARA DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Neste capítulo serão tratadas informações inerentes ao referencial teórico, buscando as informações necessárias para estabelecer correlação ao projeto proposto.

2.1 Pesquisa de Equipamentos de Corte de Solados Já Existentes

A borracha utilizada na fabricação de chinelos é produzida em placas o que implica na necessidade de corte conformando o tamanho requisitado.

O processo de fabricação de corte dos chinelos é feito de modo manual e/ou semiautomático, para tal, alguns fabricantes se especializaram no desenvolvimento de equipamentos de corte de solados de chinelos.

2.1.1 Corte Manual

Para o modelo de corte de maneira manual, o operador trabalha colocando uma faca que tem o formato e tamanho objetivando a modelagem da sola, porém a força exercida para efetivar o corte é por meio do esforço do operador, que realiza uma força perpendicular sobre uma alavanca que por sua vez, transmite tal força sobre a faca cortando a chapa de solado. Figura 2 exemplifica o modelo de corte manual.



Figura 2 - Processo de corte manual.
Fonte: Autores.

2.1.2 Processo de Corte Semiautomático

Algumas empresas fornecem equipamentos que facilitam o corte dos solados para chinelos, reduzindo o esforço físico do operador, substituído o modelo manual por macacos hidráulicos, motores ou outros dispositivos. A figura 3, demonstra um equipamento semiautomático.



Figura 3 - Máquina de corte semiautomática.
 Fonte: rimaqloja.com.br/maquina-de-chinelos.html

2.1.3 Características das Máquina Existentes no Mercado

As máquinas semiautomáticas e/ou manuais são equipamentos disponíveis no mercado para efetuar o corte dos solados, porém, algumas apresentam pouca ou nenhuma segurança operacional, nenhuma dispensa a presença de um operador e a quantidade produzida é reduzida, em função da baixa velocidade de trabalho.

Foram analisadas quatro marcas encontradas no mercado e o seguinte quadro comparativo foi criado:

Máquina	IHM	Partes Moveis Isoladas por Proteção (Elétrica/Mecânica)	Preço	Produção (hora)
Máquina A	Não	Não	6.000,00	20 Pares
Máquina B	Não	Não	7.550,00	38 Pares
Máquina C	Não	Não	12.000,00	360 Pares
Máquina D	Não	Não	3.360,00	25 Pares
Máquina automática	SIM	Sim	14.208,63	180 Pares

2.2 Elementos de Competitividade

Os elementos de competitividade são muito importantes para a avaliação de um equipamento, processo ou até mesmo uma empresa como um todo.

2.2.1 Modelo Proposto Por Slack

Existem cinco elementos básicos da competitividade, considerados pelo modelo de Slack: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade. Através deles, a manufatura contribui de forma significativa para o desempenho global do sistema e cada um deles incorpora uma vantagem competitiva para a organização. A figura 4 representa o esquema do modelo.

- A qualidade: é entendida como ausência de erros, isto é, não cometer erros na conformação dos produtos. Produtos livres de erros significam processos livres de erros.
- A velocidade significa trabalhar rápido. Fazer com que o intervalo de tempo entre o início do processo de fabricação e a entrega do produto ao cliente seja pequeno. Menor do que aquele oferecido pela concorrência. Significa reduzir o lead time da empresa, ou seja, fluxo de informações, de materiais e de operações também reduzidos.
- A Confiabilidade está em manter a promessa dos prazos de entrega. Entrega confiável significa operação confiável.
- A flexibilidade deve ser entendida como a capacidade da manufatura migrar de uma configuração para outra. Adaptar a operação, ou porque as necessidades dos clientes foram alteradas, ou os processos de produção sofreram modificações, ou mudanças ocorreram nos canais de suprimentos. Flexibilidade é estar apto para mudar toda vez que for necessário e com rapidez suficiente. A vantagem de custos é fazer barato. Significa conformar os produtos com custos mais baixos que aqueles dos concorrentes. Seja pela aquisição de recursos mais baratos ou através de processos de transformação mais eficientes. Em outras palavras, baixo preço, alta margem ou ambos significam alta

produtividade da organização. (Parâmetros de desempenho e os Elementos de Competitividade. PAMPLONA, Edson de O. 16o ENEGEP. Piracicaba, SP, outubro de 1996. Em co-autoria com Eurycibíades Barra Rosa e Dagoberto Alves de Almeida.)

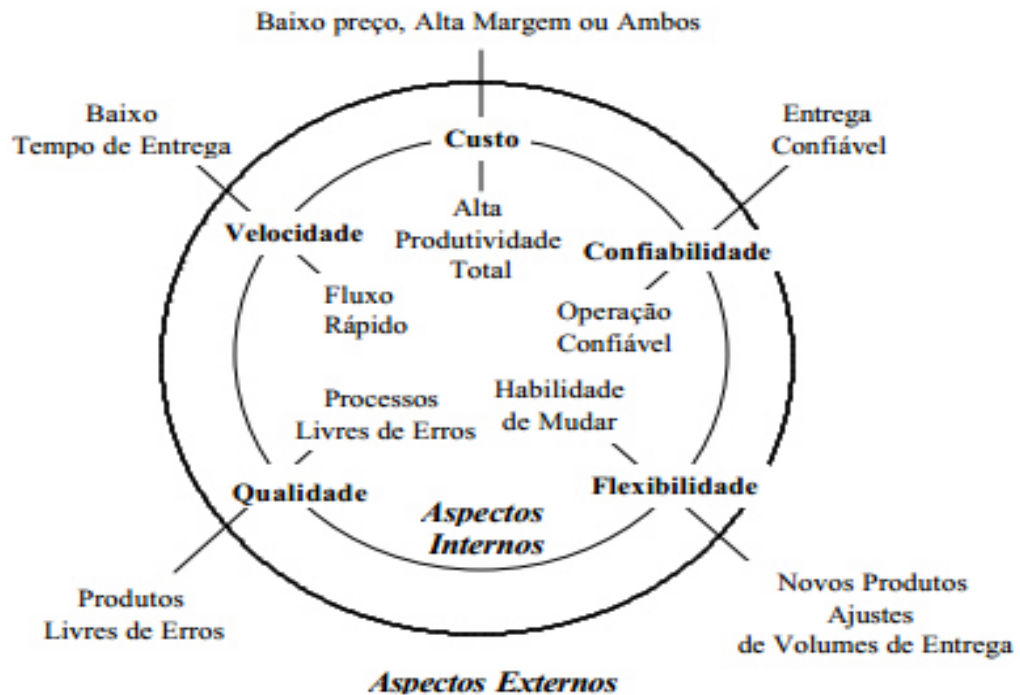


Figura 4 – Elementos de desempenho
 Fonte: (Nigel Slack, Stuart, 2009)

2.3 Mecânica

Este tópico irá tratar a estrutura mecânica como um todo, estudando os componentes que serão utilizados no projeto para construção do “corpo” da máquina, partes móveis entre outras.

2.3.1 Estrutura do Equipamento

O conjunto estrutural é projetado em perfilado de aço carbono (Metalon). O metalon é um componente de aço considerado muito resistente, pois é galvanizado permitindo a obtenção de uma espécie de camada protetora que o mantém protegido quando ele está inativo, em outras palavras, quando não está em uso, ele também é composto de produtos e materiais que são muito mais baratos

que o alumínio e outros tipos de aço. O fácil manuseio do metalon por ser mais leve, ajuda na realização de diversos projetos diferentes e um dos fatores que mais atraem a atenção e a curiosidade é o fato do metalon possuir 100% de resistência à umidade, não ocorrendo a corrosão tão facilmente, e por esse motivo possui vida útil praticamente ilimitada. (RILLEY, 2003).

2.3.1.1 Rolamentos

O rolamento é um dispositivo que permite o movimento relativo controlado entre duas ou mais partes. Os anéis que constituem os trilhos de roladura e a caixa interposta entre os anéis são elementos de aço combinado com outros materiais metálicos para que possam adquirir propriedades mecânicas que melhoram seu funcionamento, e suas dimensões estão submetidas a um sistema de normalização.

O rolamento serve para substituir a fricção de deslizamento entre as superfícies do eixo e das pistas do rolamento de uma fricção de roladura e compreendem os chamados corpos rolantes, como bolas, rodízios, etc. São classificados em dois principais grupos, rolamentos de esferas e rolamentos de rolos. Os rolamentos de esferas são classificados de acordo com a configuração de seus anéis. Eles podem ser classificados como rolamentos rígidos de esferas, contato angular e axiais. Os rolamentos de rolos são classificados de acordo com a forma dos rolos, podem ser cilíndricos, agulhas, cônicos e esféricos. Os rolamentos podem ser adicionalmente classificados de acordo com a direção em que é aplicada a carga; rolamentos radiais suportam cargas radiais e rolamentos axiais suportam cargas axiais, existem ainda métodos de classificação que incluem número de pistas (simples, múltipla ou 4 pistas), não separáveis e separáveis e também. Existem rolamentos desenhados para aplicações especiais. (NSK, 2013).

2.3.1.2 Cilindro Pneumático de Impacto

Atuadores pneumáticos são conversores de energia capazes de transformar a energia pneumática contida no ar comprimido em energia mecânica ou trabalho e são utilizados quando estão envolvidas cargas na ordem de até uma tonelada onde se deseja movimentos de duas posições (início e fim) limitadas por batentes mecânicos, estes atuadores são muito utilizados em máquinas como

elementos de fixação ou posicionamento de dispositivos ou como transporte de peças. Os cilindros de impacto pneumático são atuadores pneumáticos dentro de uma gama grande de modelos de atuadores, eles podem produzir uma grande força de impacto em um curso curto, eles possuem uma força 6 vezes maior que os atuadores(cilindros) normais recebendo assim o nome de cilindro de impacto devido à força obtida pela transformação da energia cinética. Seu princípio de funcionamento pode ser descrito da seguinte forma: o ar é retido inicialmente e acumulado em uma pré-câmara interna, atuando sobre uma pequena área de secção do prolongamento na parte traseira do êmbolo, quando a pressão do pistão atinge um valor suficiente que é pré-determinado, inicia-se o deslocamento do pistão, este avança lentamente até que em um determinado momento o prolongamento do êmbolo se desaloja da parede divisória e permite que todo o ar armazenado se desloque rapidamente atuando sobre a área do êmbolo (PARKER, 2013). No instante em que ocorre a expansão brusca do ar, o pistão adquire velocidade crescente até atingir a faixa onde deverá ser mais bem empregado. A figura 5 mostra sua simbologia e sua construção interna. Uma variável importante na escolha do atuador pneumático é o consumo de ar para o funcionamento do cilindro, o cálculo do consumo de ar nos cilindros pneumáticos é muito importante quando se deseja conhecer a capacidade do compressor necessário para abastecer a demanda de uma instalação (CILINDROS PNEUMÁTICOS, 2013). Pode-se calcular este consumo através da seguinte fórmula: $Q = (\pi / 4) \cdot d^2 \cdot c \cdot n \cdot P \cdot N \cdot 10^{-6}$, onde:

Q = consumo de ar (l/min)

d = diâmetro do cilindro (mm)

c = curso do cilindro (mm)

n = número de ciclos completos por minuto.

P = pressão absoluta = pressão relativa de trabalho + 1 bar.

N = número de ações do cilindro. (N=1 para simples ação, N=2 para dupla ação)

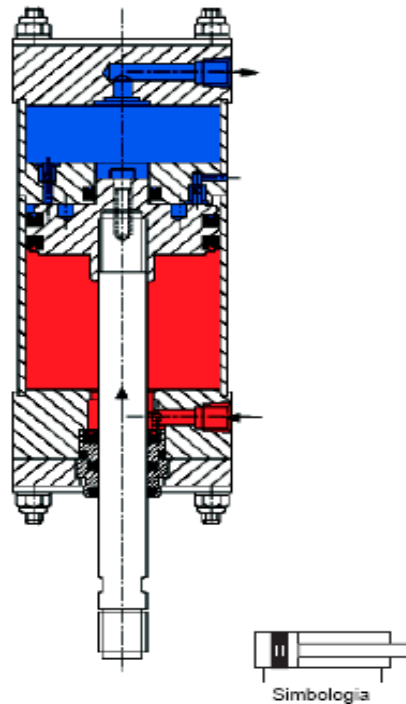


Figura 5 – Ilustração de cilindro de impacto
Fonte: (PARKER, 2013, p 117.)

2.3.1.3 Engrenagem

Engrenagens são rodas com dentes padronizados que servem para transmitir movimento e força entre dois eixos, esse movimento é o de rotação e para produzi-lo as rodas devem estar engrenadas e são parte fundamental de qualquer sistema mecânico, caixas de redução e outros sistemas de transmissão de movimento fazem uso de engrenagens. Um sistema de engrenagens não é apenas formado por duas rodas dentadas com diâmetros e, portanto números de dentes diferentes, mas existem variações como é mostrado na figura 6.

Um sistema muito comum de conjunto de engrenagens é o que é composto por duas engrenagens cilíndricas, este tipo é utilizado para a redução ou o aumento de torque num mesmo plano, quando acoplamos duas engrenagens cilíndricas a alteração do movimento e da força vai depender da relação entre seus diâmetros.

Essa relação deve ser tal que nas duas engrenagens encontremos números inteiros de dentes e se as duas engrenagens acopladas tiverem a mesma quantidade de dentes e, portanto o mesmo diâmetro, isto não obtém alteração no

torque e na velocidade, apenas no sentido da rotação da engrenagem receptora, dizemos que neste caso se obtém uma vantagem unitária, para obtermos uma vantagem mecânica maior que 1, a engrenagem que transmite o movimento deve ter menos dentes do que recebe, por outro lado para obtermos uma vantagem mecânica menor que 1, a engrenagem que transmite o movimento deve ter mais dentes do que aquela que recebe.(COLLINS, 2006).

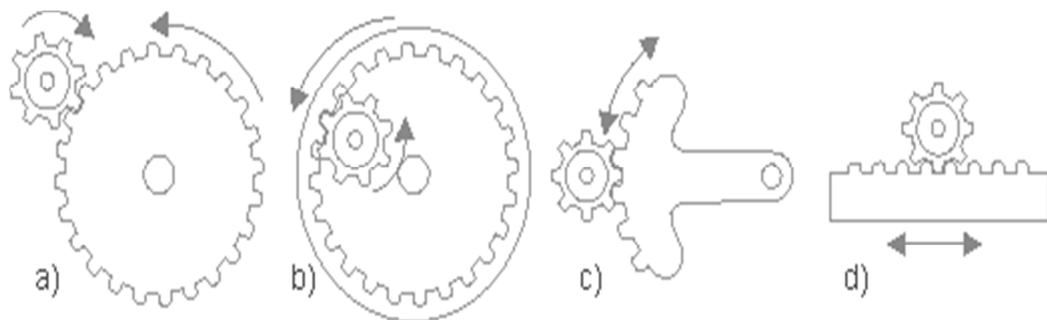


Figura 6 – Ilustração de engrenamento

Fonte: [//ftp.mecatronicaatual.com.br/educa%C3%A7%C3%A3o/1565-calculando-engrenagens](http://ftp.mecatronicaatual.com.br/educa%C3%A7%C3%A3o/1565-calculando-engrenagens).

2.3.1.4 Correntes

As correntes transmitem força e movimento que fazem com que a rotação do eixo ocorra nos sentidos horários e anti-horários. Para isso, as engrenagens devem estar num mesmo plano, os eixos de sustentação das engrenagens ficam perpendiculares ao plano. O rendimento da transmissão de força e de movimento vai depender diretamente da posição das engrenagens e do sentido da rotação, os tipos de transmissão de correntes que existem são: correntes de rolos simples, dupla e tripla, correntes de bucha, correntes de dentes, correntes de articulação desmontável, correntes Gall e de aço redondo e seu dimensional é indicado nas normas DIN, essas normas especificam a resistência dos materiais de que é feito cada um dos elementos; talas, eixos, buchas, rolos etc.(MELCONIAN, 2000).

2.4 Elétrica

O embasamento teórico a seguir será utilizado para o projeto da estrutura elétrica da máquina, levantando e demonstrando motores, controlador lógico, entre outros dispositivos indispensáveis no projeto do equipamento.

2.4.1 Controlador Lógico Programável – CLP

O CLP foi criado em meados de 1968 na indústria automobilística, mais especificamente na Hidronic Division na fábrica da General Motors. A dificuldade da GM era alterar a lógica de controle a cada mudança da linha de montagem. No início era um equipamento versátil e de fácil aplicação, servindo não só para a indústria automobilística, mas como também para as indústrias de manufatura. Da sua criação até os dias de hoje eles evoluíram muito, sendo as principais melhorias a grande quantidade de portas de entrada e saída, o aumento da velocidade de processamento, a inclusão de blocos especiais e complexos para o tratamento das entradas e saídas, e principalmente o modo de programação e a interface com o usuário.

Os CLPs podem ser divididos em gerações de acordo com o sistema de programação por ele utilizado (GEORGINI, 2004):

- 1ª Geração: A linguagem de programação utilizada era o *Assembly*, que dependia de cada processador. O programa era desenvolvido em laboratório e gravado em EPROM. Deste modo, o CLP era um equipamento dedicado.
- 2ª Geração: Surgem as primeiras “Linguagens de Programação” não ficando tão dependente do *hardware*. As instruções de programa verificam as instruções de entrada, compara com as instruções do programa do usuário e altera as instruções de saída. Os programadores são gravadores de EPROM que depois de gravada são colocadas no CLP.
- 3ª Geração: Os CLP’s passam a ter uma entrada de programação, onde são conectados o Teclado ou Programador Portátil, estes alteram e gravam o programa do usuário. A estrutura física se transforma em Sistemas Modulares com bastidores ou *Racks*.

- 4ª Geração: É incorporada ao CLP uma porta serial facilitando a comunicação com os microcomputadores. Com o arquivo de programação instalado no microcomputador surge a possibilidade de armazenar vários programas de usuários, executar simulações e monitorações dos estados das variáveis.
- 5ª Geração: Atualmente a preocupação dos fabricantes é padronizar protocolos de comunicação, para que possa haver interação entres os equipamentos de distintas marcas. Facilitando a automação, gerenciamento e desenvolvimento de plantas industriais flexíveis. A figura 7 mostra a representação esquemática do CLP (GEORGINI, 2004).

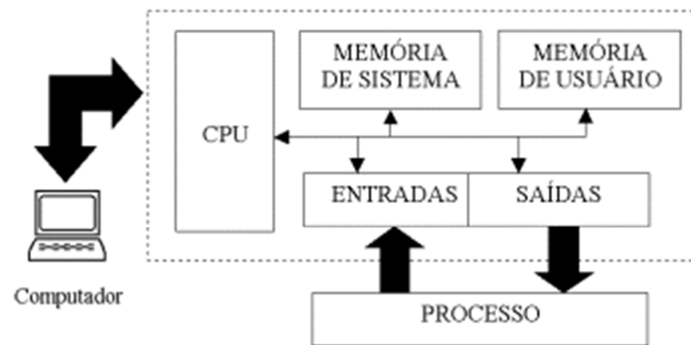


Figura 7 - Representação esquemática Do CLP.
Fonte: Os Autores.

Operacionalmente, a CPU lê os dados de entradas dos dispositivos de campo através da interface de entrada, e então executa, ou realiza os controles de programa do usuário previamente armazenados na memória. Os programas de usuário são normalmente realizados na linguagem *Ladder*, por ser a linguagem mais próxima de um esquema elétrico baseado em relês, e em seguida são descarregados na memória da CPU em forma de operações. É baseado no programa que o CLP realiza a leitura dos estados da entrada e atualiza as saídas atuando nos dispositivos de campo. Este processo é chamado de um ciclo de varredura, o CLP varre continuamente obedecendo à sequência programa, mudanças ou interrupções pode ocorrer quando estão previstos no programa. (GEORGINI, 2004).

2.4.2 Interface Homem Máquina (IHM)

Podemos definir a interface homem máquina (IHM) de várias formas: é o canal de comunicação entre o homem e o computador, através do qual interagem com um objetivo em comum. Ou é um conjunto de comandos de controle do utilizador, que soma as respostas do computador constituídas por sinais gráficos, acústicos e táteis, ou também parte de um sistema computacional com a qual uma pessoa entra em contato físico, perceptual e conceitual. Uma das grandes empresas que possuem IHM desenvolvido para utilização na indústria é a Siemens, ela possui diversas interfaces para usar como facilitador no momento de operar a máquina, neste projeto o modelo utilizado foi o TD 200, ele é uma IHM que foi projetada para trabalhar em circuitos que sejam controlados por controladores lógicos programáveis (CLP) da marca SIEMENS e modelo S7-200, com isso até mesmo no software de programação de tal CLP que já possui um modo que facilita a programação da IHM TD 200, dispensando a necessidade de mais um software para programar a interface. As figuras 8 e 9 mostram respectivamente o esquemático de funcionamento do IHM e suas conexões físicas com a máquina. (GEORGINI, 2004).

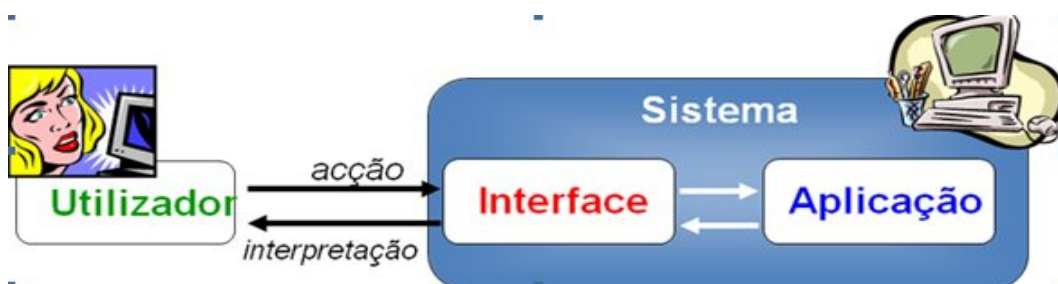


Figura 8 – Ilustração de utilidade da IHM.
Fonte: Os autores.

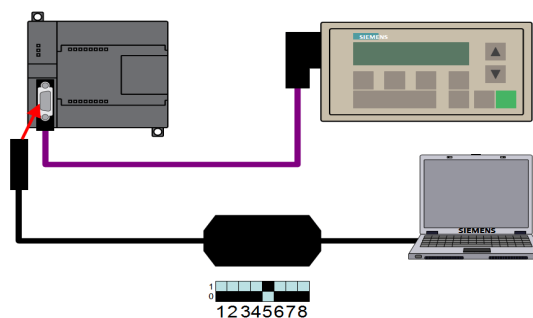


Figura 9 – Exemplo de conexão CLP<>IHM<>PG.
Fonte: Os autores.

2.4.3 Motores de Passo

Os motores de passo são dispositivos eletromecânicos que convertem pulsos elétricos em movimentos mecânicos. A sequência de pulsos determina diretamente a frequência de rotação e o sentido de giro. O funcionamento básico do motor de passo é dado pelo uso de solenoides alinhados dois a dois. Quando energizados os terminais das solenoides o rotor é atraído fazendo-o se alinhar com o eixo determinado, causando assim uma pequena variação de ângulo sendo chamada de passo, como pode ser observado na figura 10 e 11.

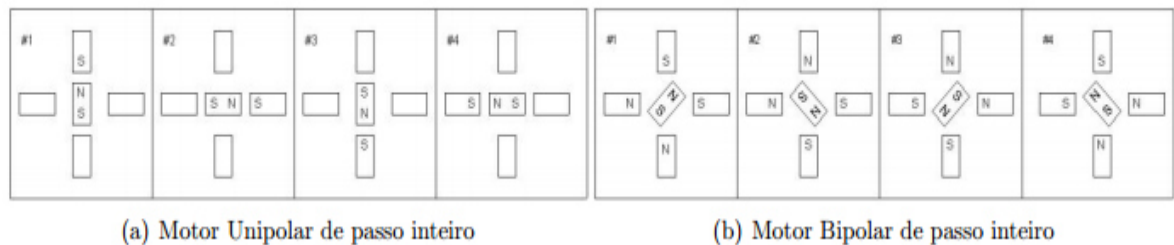
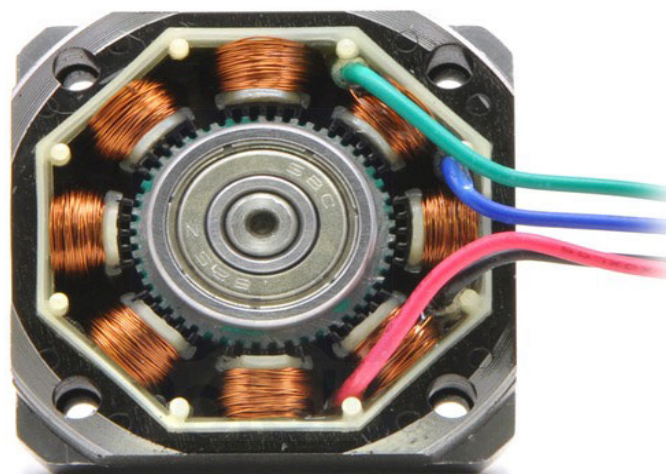


Figura 10 - Motor de passo unipolar e bipolar.

Fonte: [//ftp.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/stepmotor/stepmotor2k81119.pdf](http://ftp.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/stepmotor/stepmotor2k81119.pdf).



www.pololu.com

Figura 11 – Exemplo de construção de motor de passo.

Fonte: [//ftp.http://multilogica-shop.com/motor-de-passo-bipolar-200-passosvolta-35x28mm-10v-500ma](http://ftp.http://multilogica-shop.com/motor-de-passo-bipolar-200-passosvolta-35x28mm-10v-500ma)

O motor de passo utilizado no projeto é da marca AKIYAMA MOTORS e o modelo é o AK23/10F8FN1.8. Este modelo possui bobinas bipolares com angulação mínima de 1.8°, o número de passos necessários para uma rotação completa são de 200. Este modelo de motor é capaz de exercer um torque limite de 10 kgf.cm tendo uma corrente de 2 amperes por bobinas e 2 volts por pulso. A figura 12 a seguir mostra o motor descrito.



Figura 12 – Motor de passo utilizado no projeto.
Fonte: //ftp.neoyama.com.br.

Para controle de rotação, velocidade e direção do motor de passo, foi utilizado um driver (figura 13) da marca AKIYAMA MOTORS, modelo AKDMP16-4.2^a. O driver é especificado pelo fabricante da seguinte maneira:

O driver AKDMP16-4.2A possui um circuito desenvolvido para obter melhor desempenho em alta velocidade. É um driver bipolar chopper (driver de corrente) que utiliza o sistema PWM (modulação por largura de pulso) produzindo um maior torque e estabilidade do motor além de possibilitar a utilização do sinal PNP ou NPN para realizar o controle de pulso e direção ou pulso e pulso. Possui entrada digital opto isolada, garantindo a proteção do circuito eletrônico interno, proporcionando imunidade a ruídos (AKIYAMA, 2014).

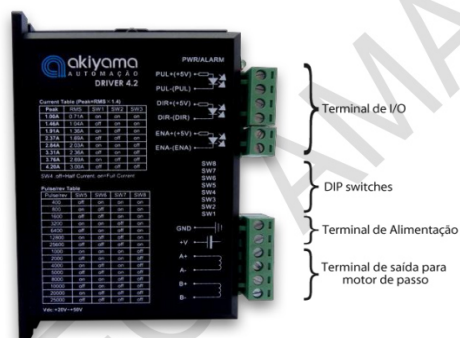


Figura 13 – Driver utilizado no projeto.
Fonte: //ftp.neoyama.com.br.

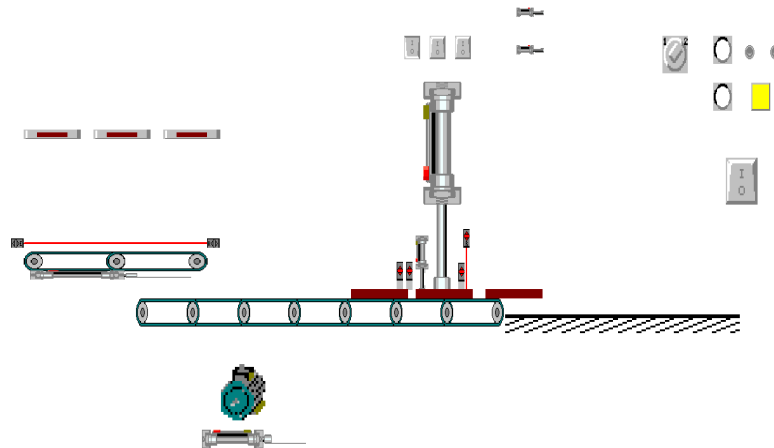
2.5 Softwares de Simulação

Existem situações em que a simulação pode ser utilizada para avaliar o funcionamento de um determinado arranjo, seja para avaliar o desempenho e/ou possíveis problemas que possam ser observados antes de uma elaboração física.

2.5.1 Software de Simulação PCSIMU

O PCSIMU é um software que pode simular de maneira prática o funcionamento de conjuntos automáticos. O software é dotado de uma biblioteca não muito extensa, mas que possibilita montar as principais estruturas, bem como, alienar esta estrutura à uma entrada e/ou saída possibilitando assim simular programas de controladores lógicos.

O software PCSIMU pode trabalhar de modo *link*, ou seja, uma das funções mais importantes do software para o projeto proposto é a possibilidade de interligar este simulador a outro simulador de programa de CLP, facilitando a visualização do funcionamento de uma programação em *ladder*, mesmo sem possuir a máquina e/ou o CLP. Na figura 14 uma amostra do ambiente PCSIMU.



**Figura 14 – Projeto TCC.
Fonte: Autores.**

2.5.2 Simulador de CLP Modelo S7-200

O simulador de controladores lógicos da marca SIEMENS modelo S7-200, possibilita realizar testes nos programas construídos no software específico para este equipamento o MicroWin. Com a simulação de entradas e saídas, bem como, a

configuração de cartões de expansão, configuração de modelo de CPU, facilitam a constatação de funcionamento da programação e também configuração de hardware, evitando em alguns casos uma concepção equivocada de equipamento. Além de simular o funcionamento da programação em ladder, o software também possibilita a simulação da interface homem máquina do modelo TD-200. A figura 15 demonstra uma simulação de programação.

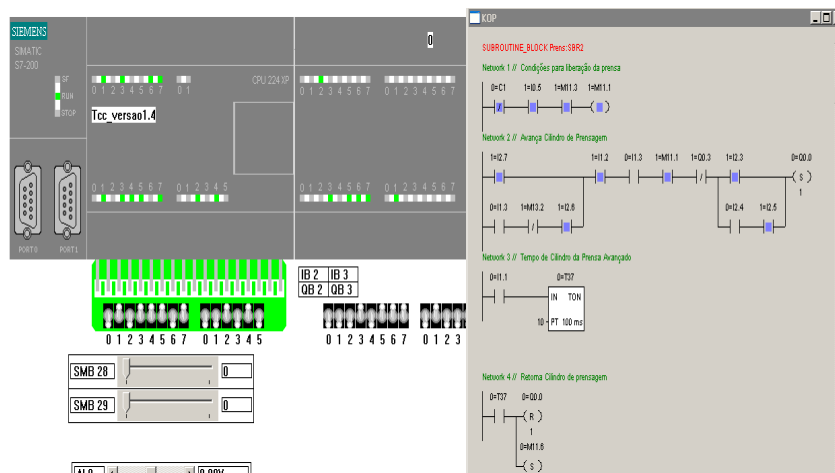


Figura 15 – Exemplo de simulação.
Fonte: Autores.

2.6 Software Para Esquema Elétrico

O software normalmente utilizado para elaboração de projetos é o AUTOCAD, porém para este projeto optou-se por utilizar um software com bibliotecas e de fácil utilização chamado de QELETRO.

2.6.1 Software QELETRO

O software QELETRO é um software desenvolvido para elaboração de esquemático elétrico. Com sua vasta biblioteca, o software possibilita a elaboração de qualquer esquemático elétrico, pois mesmo sem existir um elemento desejado, o software possui uma área de edição, cuja qual, possibilita com suas ferramentas de desenho, a criação de novos símbolos.

Os recursos que o software QELETRO (figura 16) possui, facilitam a execução de um projeto.

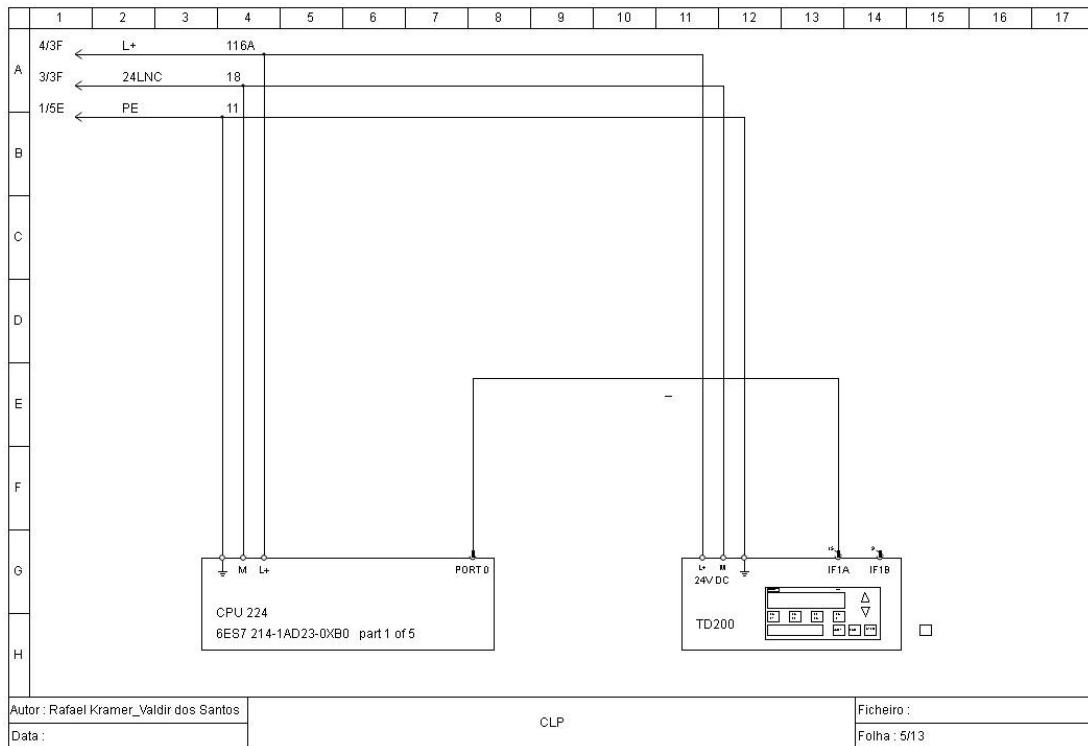


Figura 16 – Exemplo de esquemático feito no QELETRO.
Fonte: Autores.

2.7 Software SolidWorks

O software SolidWorks é um renomado programa que possibilita projetar, desenhar, simular e animar estruturas sólidas de maneira tridimensional. As bibliotecas deste software consistem em uma vasta gama de equipamentos, dispositivos, estruturas, entre outros componentes. Com este programa é possível simular efeitos de torção, torque, durabilidade, e muitos outros elementos inerentes em um projeto. Na figura 17, pode-se notar a capacidade do software em atingir o realismo.



Figura 17 – Exemplo de construção tridimensional.
Fonte: <http://www.deelip.com/?p=2653>

3. DESENVOLVIMENTO DA MÁQUINA PROPOSTA

3.1 Estrutura da Máquina

Este equipamento visa aumentar a produtividade, reduzir custos, melhorar a ergonomia e a facilidade de produção de palmilhas para a confecção de chinelos personalizados. Atualmente esses produtos são feitos manualmente em prensa manual demandando tempo e um operador em tempo integral para a operação de corte das palmilhas. A máquina possibilitará que essa operação de corte possa ser feita de maneira mais rápida liberando a pessoa que opera o equipamento para outras atividades já que, a partir do momento em que for ligado e alimentado com matéria prima o equipamento faz esse corte totalmente automático.

A máquina possui 03 elementos distintos: magazine de alimentação, esteira posicionadora e a prensa de corte como mostrado nas figuras 18, 19 e 20.

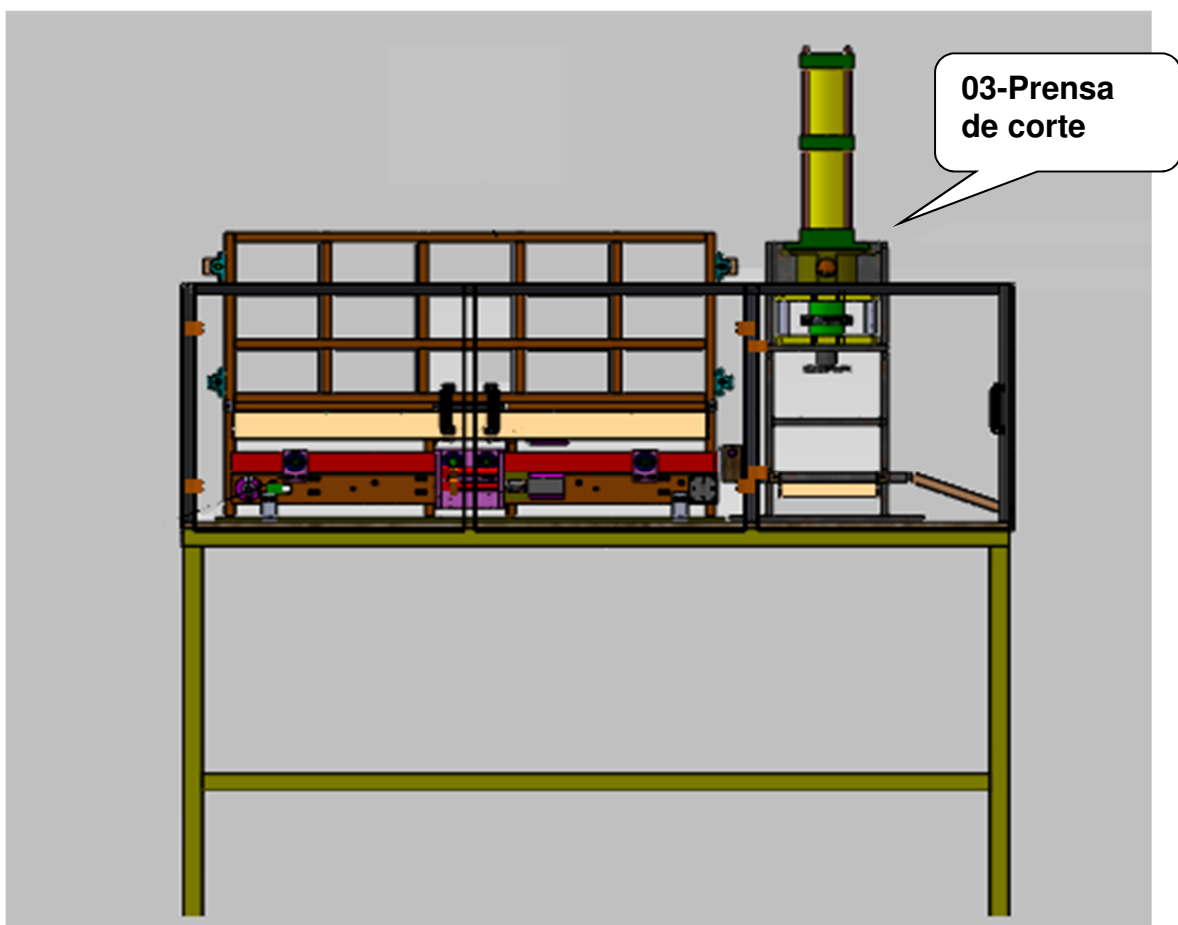


Figura 18 - Vista frontal.
Fonte: Os Autores.

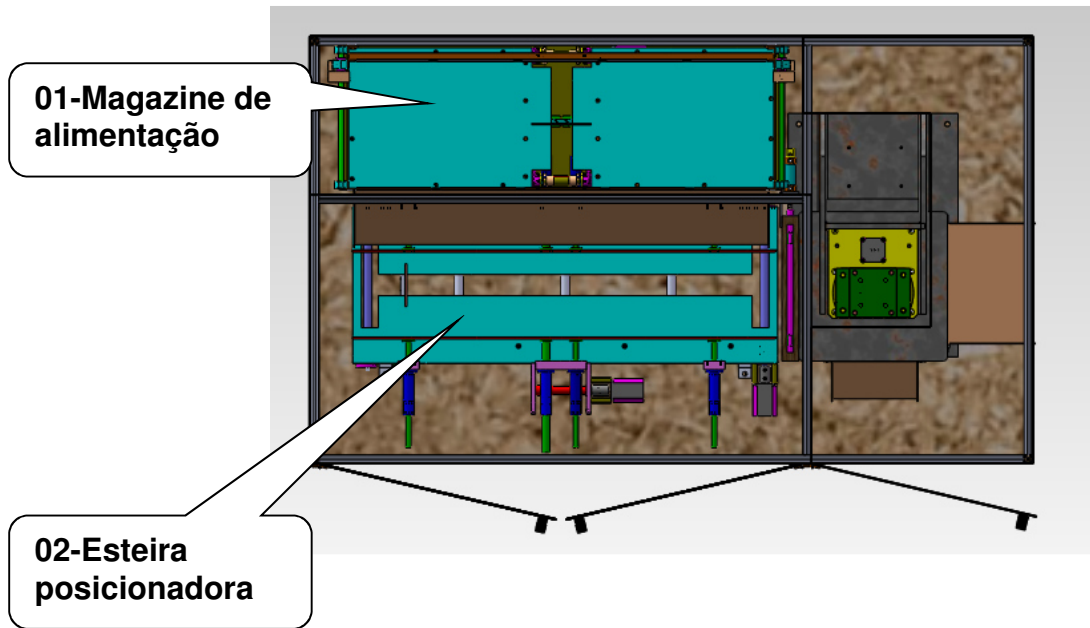


Figura 19 - Vista superior.
Fonte: Os Autores.

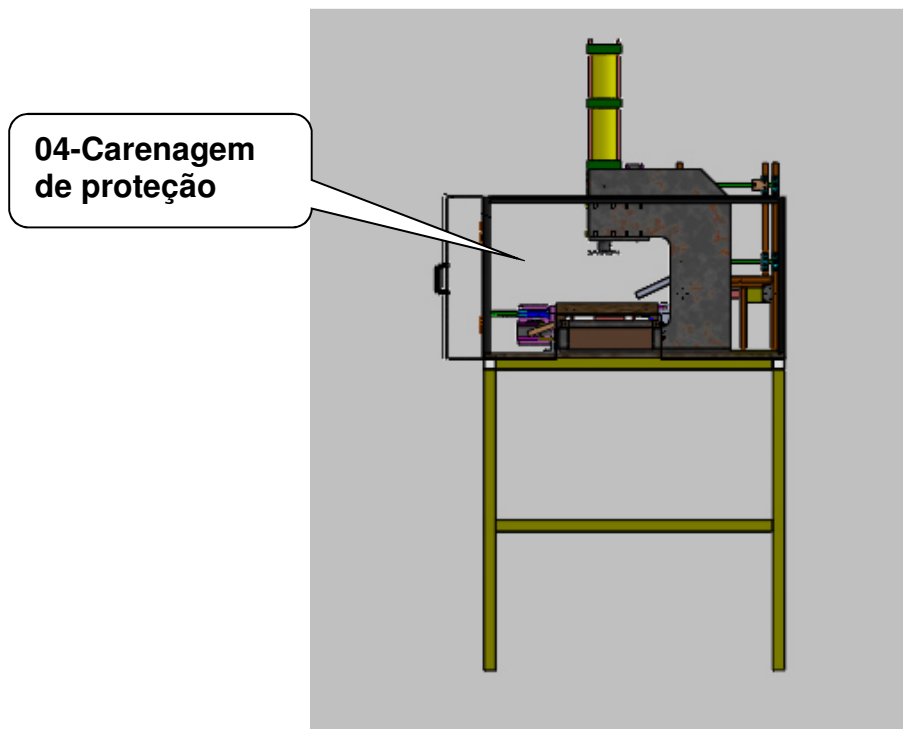


Figura 20 - Vista lateral.
Fonte: Os Autores.

01 Magazine de alimentação: é uma grade de largura regulável de forma manual, onde se é colocado a matéria prima cortada na largura certa do tamanho da palmilha que se quer cortar, a grade do magazine possibilita que

se coloquem várias chapas de EVA, essas chapas são deslocadas para a esteira posicionadora através de uma chapa que empurra o EVA uma a uma movimentada por um motor que faz esse deslocamento através de uma transmissão mecânica por corrente. Sensores colocados na corrente de transmissão e na estrutura do magazine vão supervisionar a posição da barra que vai empurrar a borracha para fora do magazine e a presença da borracha no magazine, essas informações vão ser gerenciadas pelo CLP que vai informar o operador do equipamento através do IHM a necessidade ou não de alimentação de matéria prima. A figura 21 mostra partes do programa que gerenciam o funcionamento do magazine.

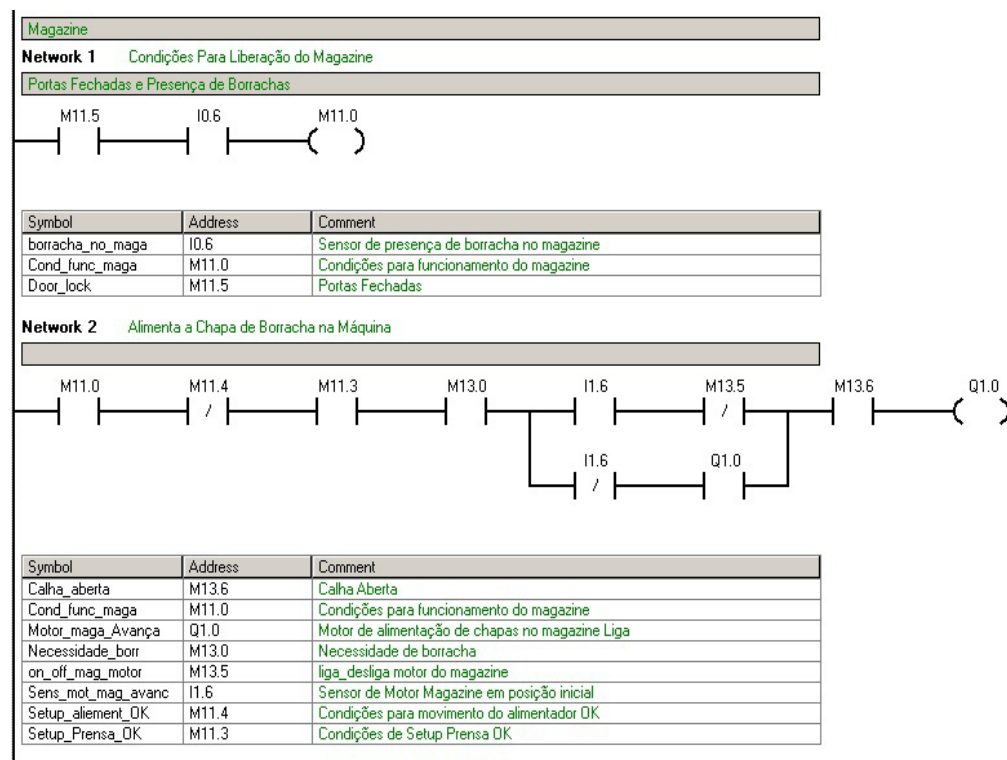


Figura 21 - Networks 1 e 2
Fonte: Os Autores.

02 Esteira Posicionadora: essa esteira posiciona lateralmente a chapa de EVA que se deslocou do magazine para que a matéria prima a ser cortada fique centralizada na prensa, ela também desloca a chapa de EVA para que ela se posicione embaixo da prensa para o corte, esse deslocamento é feito através de um motor de passo que transmite esse movimento através de uma transmissão mecânica por corrente. A posição de parada do posicionamento da borracha será feita através de sensores capacitivos. O transportador é

uma parte muito importante do equipamento, pois ele controla a quantidade e a posição em que é colocada a borracha para a prensagem e se seu movimento não for correto, poderão existir perdas de material indesejáveis ou efetuar sobreposição de cortes. Para a garantia de seu movimento, foi utilizada uma série de Inter travamentos que limitam seu movimento. O espaçamento entre os cortes é dado através de um sensor ótico localizado logo depois da prensa e tem por objetivo pegar uma marca que é característica na borracha após prensagem, ou seja, em cada dispositivo de faca existe um ponto onde o corte da borracha é feito para retirar matéria, formando uma espécie de furo na chapa de borracha que será detectado pelo sensor ótico que tem por funcionamento um emissor e um receptor. Quando o feixe é cortado, o sensor fica em estado desligado (*OFF*), mas quando chega ao furo, o emissor comunica-se com o receptor e assim entra em estado ligado (*ON*). Para situações de alimentação inicial, ou seja, quando a máquina está vazia, o sensor ótico não é o referencial de parada e sim outro sensor de presença de borracha. O Inter travamento dos sensores garante o funcionamento correto em situação de alimentação primária ou em momentos de continuidade de processo com realimentação constante de chapas, desde que a máquina esteja em automático, portas fechadas, botão de emergência desacionado e sensores de *setup* corretos. Existe uma condição de contagem, que como foi abordado anteriormente, tem a função de limitar a quantidade de palmilhas cortadas, quando atingido esse valor automaticamente a máquina para como também seu alimentador. Outro modo que existe na máquina é ela estar em manual, por questões de segurança, optou-se por inibir o funcionamento durante o momento de abertura de qualquer porta e também no momento de posicionamento do sistema em sua posição de origem, já que esse posicionamento só pode ser feito em manual. Seguem nas figuras de 22 até a 29 os trechos da programação do CLP referente ao transportador.

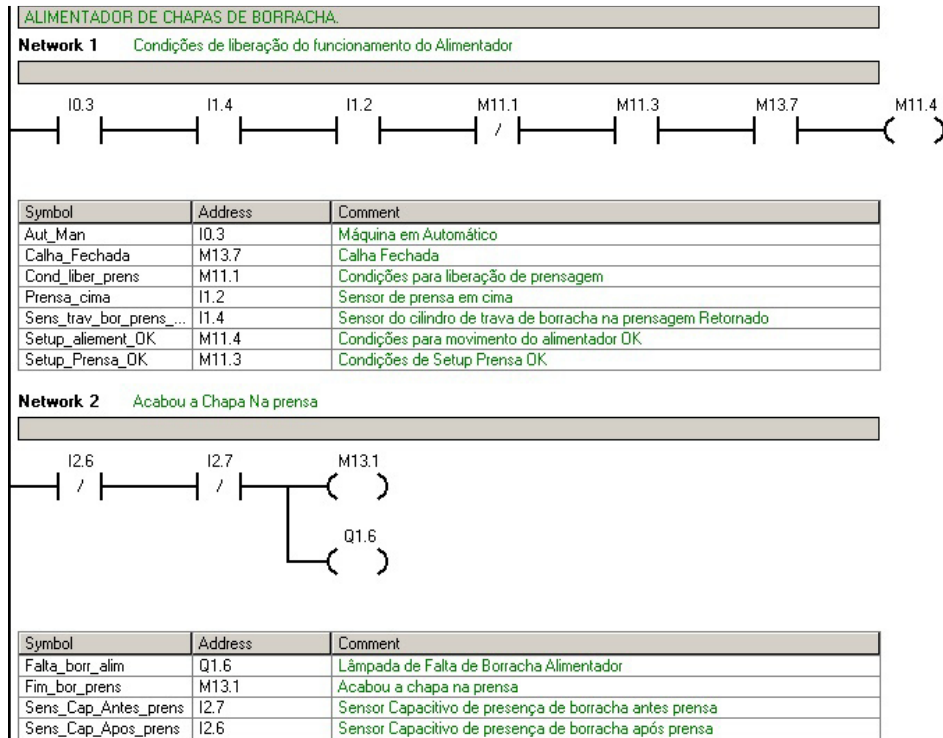


Figura 22 - Networks 1 e 2
Fonte: Os Autores.

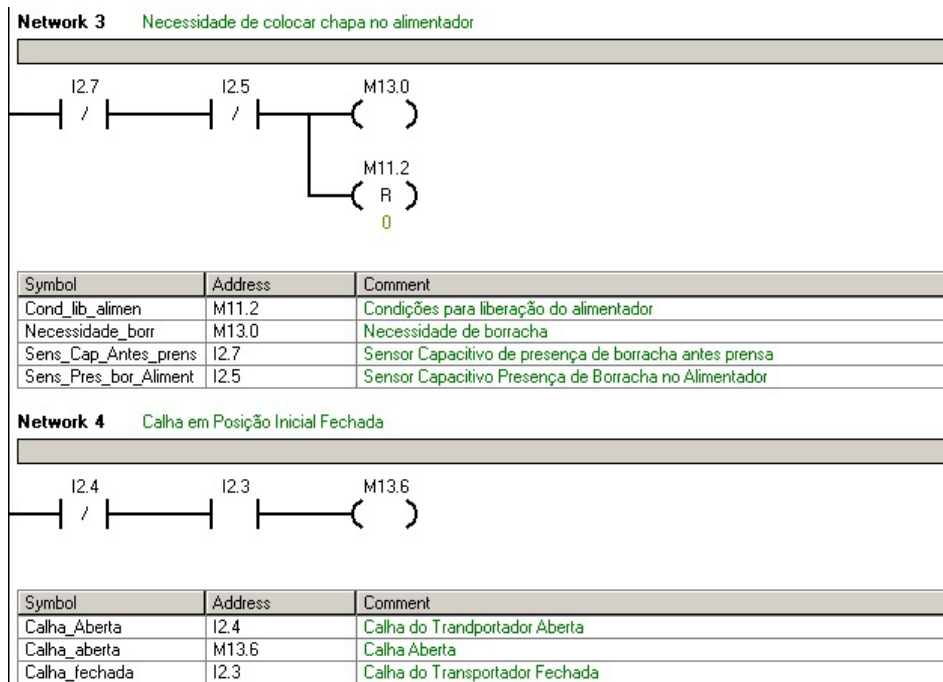


Figura 23 - Networks 3 e 4
Fonte: Os Autores.

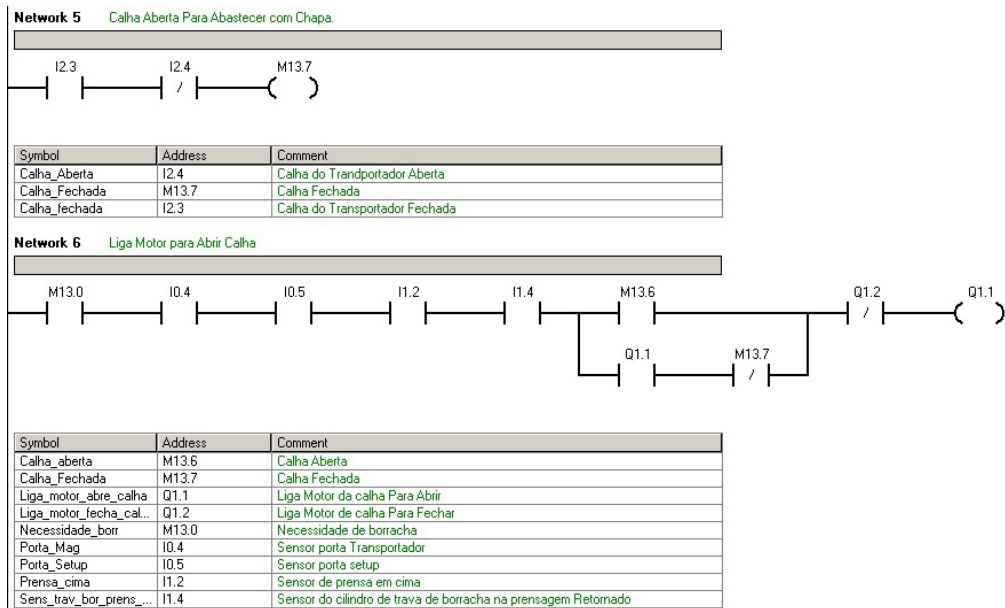


Figura 24 - Networks 5 e 6
Fonte: Os Autores.

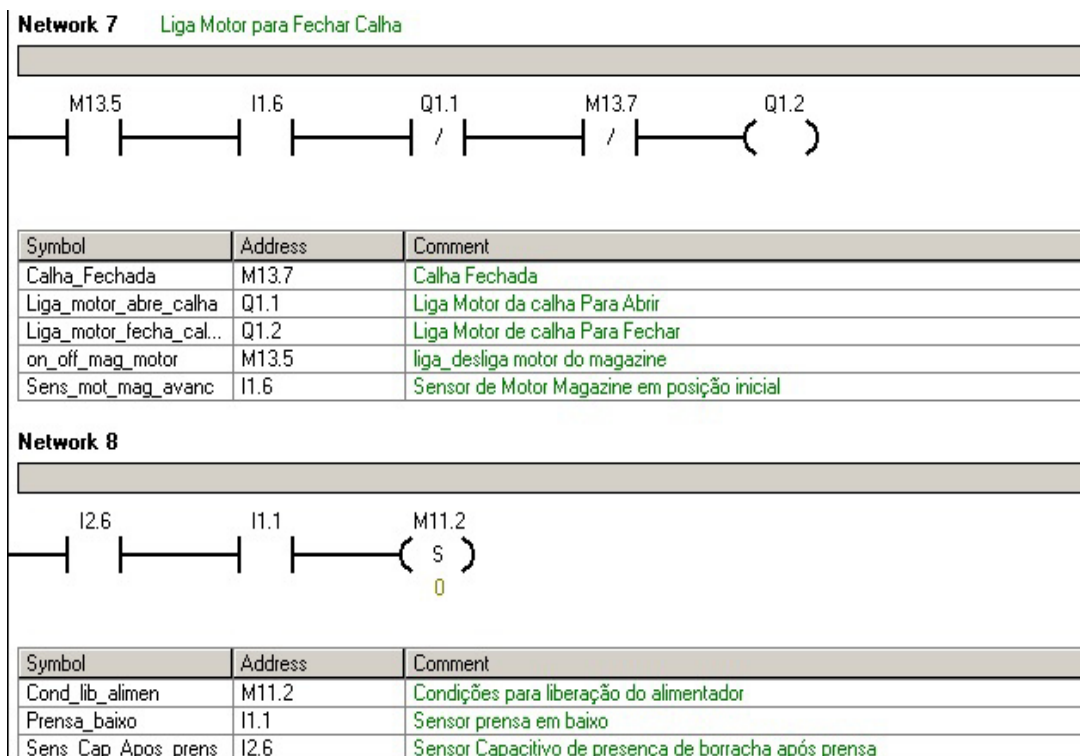


Figura 25 - Networks 7 e 8
Fonte: Os Autores.

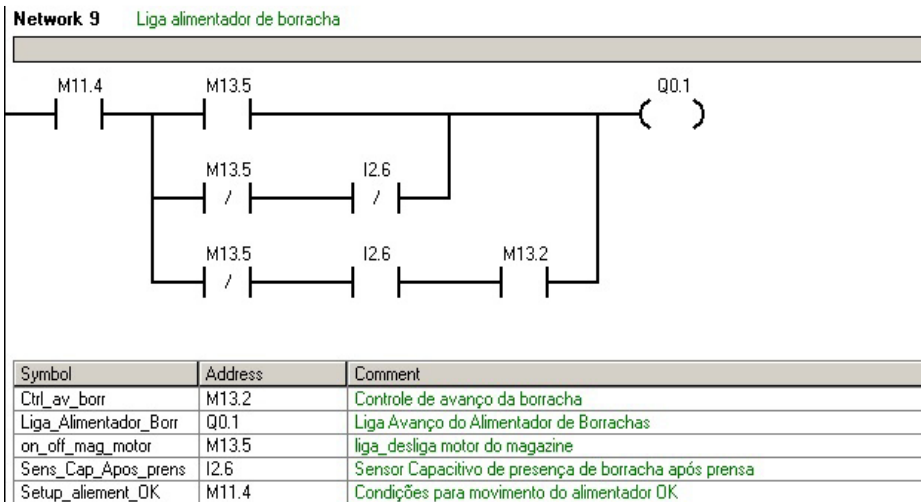


Figura 26 - Networks 9
Fonte: Os Autores.

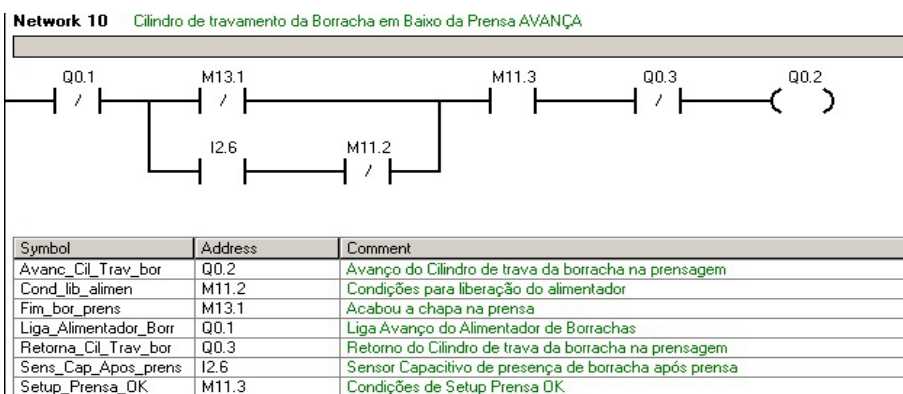


Figura 27 - Networks 10
Fonte: Os Autores.

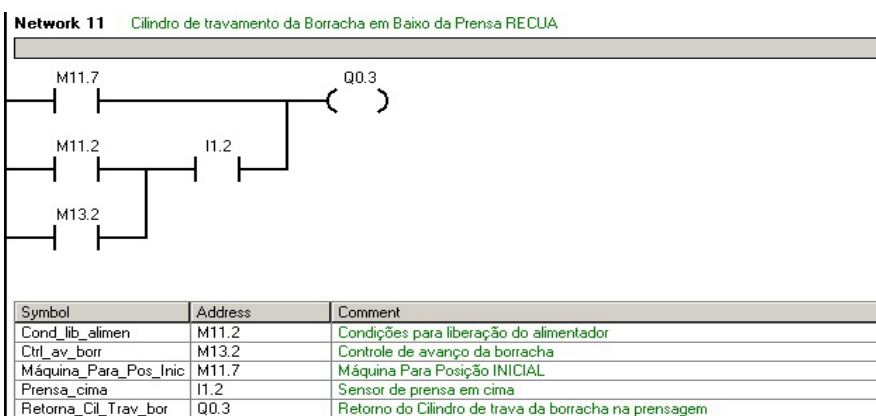


Figura 28 - Networks 11
Fonte: Os Autores.

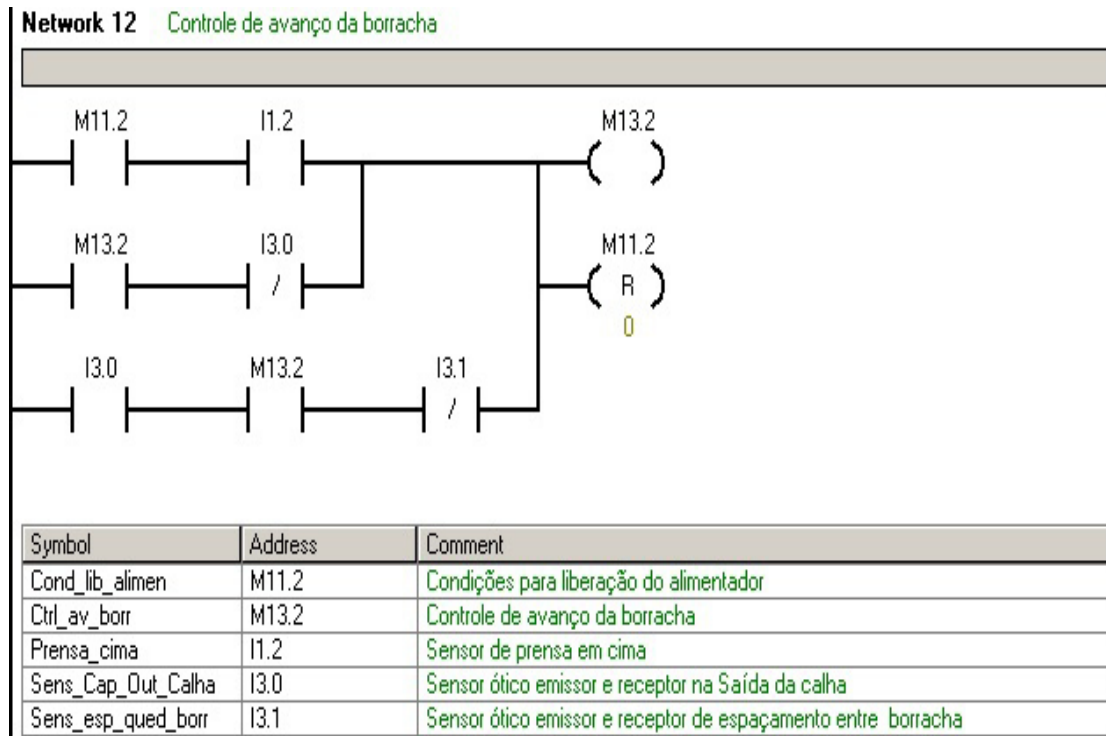


Figura 29 - Networks 12
Fonte: Os Autores.

03 Prensa de corte: o corte do produto (EVA) será através de um cilindro pneumático de impacto fixado em uma estrutura rígida de aço, este cilindro permite que seja empregada uma grande força no corte a pressões pneumáticas baixas, cerca de 6 bar. A prensa é parte crucial do equipamento, ela foi dimensionada para suportar forças que superam 3 toneladas, para avaliarmos qual a força necessária para efetuar o corte da borracha, foi necessário fazer um teste prático, colocando a borracha em uma prensa hidráulica com manômetro e pressionando a faca até efetuar o corte, neste teste encontramos o valor da força necessária para o corte, que foi cerca de 2,5 toneladas. A estrutura da prensa foi então escolhida e testada através de software de desenho para suportar a força necessária para o funcionamento ideal do processo de corte, o sistema de força para o corte será feito com um cilindro pneumático de impacto que é desenvolvido exatamente para obter força em um curto espaço.

04 Carenagem de proteção: todos esses conjuntos internos do equipamento são protegidos por uma estrutura de acrílico fixada em perfis de alumínio para

assegurar que nenhuma pessoa fique exposta aos componentes móveis da máquina durante o seu funcionamento, o operador somente terá acesso através de portas com travas de segurança.

3.2 Componentes da Estrutura Mecânica

Na lista de componentes foi verificado as condições de segurança, vida útil dos componentes e orientações dos fornecedores das peças adquiridas no mercado:

- Um motor assíncrono monofásico (especificação pendente) no magazine de borrachas. Tem por objetivo efetuar a alimentação da máquina com a chapa de borracha.
- Um motor assíncrono monofásico (especificação pendente) na calha do transportador. Tem por objetivo mover a chapa de borracha até a área de prensagem.
- Um motor monofásico assíncrono para movimento de abertura e fechamento da calha no momento do movimento da chapa de borracha em direção ao transportador, a parada de abertura é dada por um sensor indutivo logo abaixo do transportador e que detecta um ponto na cremalheira responsável pelo movimento de abertura fechamento da calha.
- Sensor capacitivo no final da esteira, para determinar presença de material na esteira transportadora.
- Sensor capacitivo depois do cilindro de prensagem. Detecta presença de borracha.
- Sensor capacitivo antes do cilindro de prensagem. Detecta presença de borracha.
- Cilindro de impacto, de ação pneumática, com 2 sensores de identificação de cilindro avançado ou recuado.

- Cilindro de ação pneumática com o objetivo de travar a borracha contra a mesa e facilitar a prensagem de corte. Neste cilindro existem 2 sensores magnéticos que detectam cilindro avançado e recuado.
- Painel de operação com IHM TD200 da Siemens, para identificação de falhas de operação. No painel de operação também temos uma botoeira de comando em manual ou automático e sinalizador de falha. Sobre este painel de operação encontra-se um andom tipo pirulito que contem 3 sinalizações vermelha, amarela e verde.
- CLP S7-200 da Siemens, para controle dos periféricos.
- 2 eletroválvulas com 4/2vias.
- Máquina dotada de carenagens protetoras, com 2 portas de acesso de manutenção ou *setup*, configurado com dispositivo sensetivo para bloqueio.
- Botões de emergência em série e com objetivo de bloqueio do equipamento quando ativado.
- Botão luminoso (a definir) de retorno para posição inicial.
- Relés para atuação das válvulas.
- Cabeamento a especificar.
- Disjuntores e fusíveis de proteção do circuito elétrico.
- Correntes (a ser determinada) para transporte das chapas de borracha em direção à prensa.
- Sensor de presença de matéria prima no magazine.
- 3 sensores indutivos para determinar setup de facas logo abaixo na prensa.
- Sensor Capacitivo na saída da máquina para detectar parada da chapa de borracha.
- Documentação contendo:

1. Manual de operação com fluxograma e descrição do funcionamento e diagrama de falhas;
2. Esquemático elétrico e diagrama ladder impresso;
3. Esquemático Mecânico;
4. Pasta com manuais de terceiros (equipamentos comprados para utilização na máquina).

3.3 Setup do Maquinário

Setup é o mesmo que configuração. Para a máquina de corte de palmilhas, pode-se dizer que existem 6 configurações possíveis para a fabricação padrão de chinelos, teremos números que vão do 33-34 (pontos) até o 43-44 (pontos). Quando há a necessidade de trocar o tamanho da palmilha cortada, deve-se mudar na IHM o valor com o tamanho do número a ser fabricado, como também se deve trocar a faca, o procedimento é determinado pelo método de funcionamento manual. A máquina de corte por possuir um grau de risco de acidente elevado, em função das partes móveis e do sistema de prensagem, exige que o acesso às suas partes seja condicionado e que alguns procedimentos sejam adotados.

No painel da máquina existe a chave seletora de manual/automático, um botão de solicitação de posição inicial e botão de emergência. Quando for necessária a troca da faca de corte, ou seja, mudança de setup, o operador deve seguir a seguinte sequência:

1. Acionar chave de seleção manual/automático na posição manual.
2. Com a máquina em manual, deve-se pressionar o botão luminoso de máquina em posição inicial. Caso a máquina esteja em posição inicial o botão estará aceso direto, caso contrário, ao pressionar o botão, o mesmo permanecerá piscando até que a máquina atinja a posição inicial e então a luz fique fixamente acesa.
3. Com a máquina em “manual” e em “posição inicial”, a porta se destrava e pode ser aberta. Enquanto qualquer uma das portas estiver aberta a máquina não entra em ciclo automático, por motivos de Inter travamento de hardware e software (ladder).

4. Destruir a gaveta da faca e retirar a mesma da máquina, colocando a faca que fará o novo trabalho de corte.
5. Quando colocado a faca nova, dirigir-se à IHM, entrar na tela de *Setup* e inserir o tipo da faca (3334, 3536, 3738, 3940, 4142 ou 4344) e inserir a quantidade que a máquina deverá cortar.
6. Fechar a porta.
7. Passar a máquina para automático.

Com isso a máquina tornará a produzir até que o número de cortes programado via IHM, seja atingido.

3.3.1 Funcionamento da Detecção de Setup

Para cada tamanho de chinelo que precisa ser cortado, existe uma faca fixada em uma base de metal. No momento de troca de faca, o operador destrava e retira a faca que está na prensa e coloca uma nova faca, este sistema é do tipo gaveta e permite uma troca rápida.

Cada base de metal com faca possui na sua borda, virada para dentro da prensa, uma identificação única que é feita através de uma combinação, ou seja, para todas as facas existe uma mesma região onde existem pinos equidistantes, estes pinos podem chegar a três, mas sua quantidade e posição variam para gerar uma relação binária com sensores instalados na máquina e que detectam estes pinos. Para a faca do tamanho 33/34, por exemplo os pinos acionam os sensores 1, 2 e 3, na faca do tamanho 35/36, os pinos da faca acionam os sensores 1 e 3 e assim por diante. Na programação do CLP isso é previsto como setup e este recurso é utilizado para confirmar se o tamanho que o operador quer cortar, ou seja, que o operador inseriu na IHM como o tamanho desejado, é realmente o tamanho que está na máquina. Caso não seja o tamanho desejado, haverá uma mensagem na IHM e a máquina não parte em trabalho automático, até que o equívoco seja solucionado. A figura 30 mostra o diagrama do funcionamento:



Figura 30 – Exemplo de funcionamento do Setup
Fonte: Os Autores.

3.3.2 Programação do CLP Para Identificação do Setup

No programa em *ladder* do CLP, tem-se uma lógica de programação que depende da posição em que os sensores que detectam a faca de corte do tamanho do chinelo que está na máquina, a posição desses sensores é que caracterizam o *setup* escolhido, pois é feito uma transferência de valores que correspondem ao tamanho da faca para as áreas de memórias do CLP, neste caso para as memórias MB0 e MB1, estes valores destas áreas de memórias são usados no programa para fazer funcionar os circuitos e assim garantindo que a máquina cortará o tamanho desejado, ou seja, programado. A figura 31 mostra as linhas do programa do CLP onde é feita essa seleção.

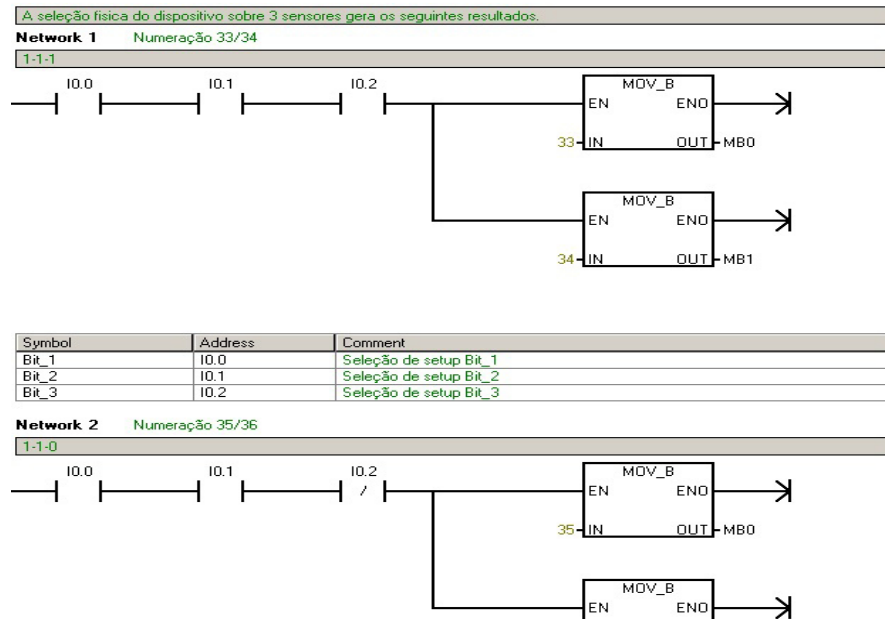


Figura 31 – Parte do Ladder com denotação ao Setup
Fonte: Os Autores.

Na IHM o operador deverá digitar o tamanho que deseja cortar, *Setup* XXXX (ex.:3334) e logo abaixo deverá digitar a quantidade XXXX (de 0001 até 9999). Quando a máquina atingir a contagem a mesma irá parar e o sinalizador do painel irá acender e uma mensagem na IHM irá aparecer, informando o término de cortes programado. A figura 32 mostra o IHM a ser utilizado.

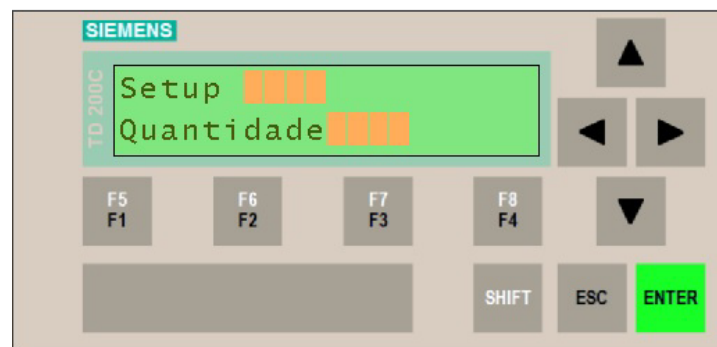


Figura 32 – IHM TD 200c
Fonte: Os Autores.

Este IHM, o TD 200c é projetado para controle e monitoramento de pequenas máquinas e instalações especificamente para o simatic S 7-200, que é o programa a ser utilizado para a programação. Ele possui um display de 2 linhas e 8 teclas de função e pode exibir um texto com até 20 teclas configuráveis.

3.4 Orçamento

As planilhas do orçamento do projeto foram divididas em conjuntos para que se possa ter uma ideia mais detalhada do custo de todos os componentes.

CONJUNTO: MAGAZINE - 01					
Nº DES	QT	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO DO ÍTEM
1	1	Chapa de aço 1020	Base magazine	R\$ 45,00	R\$ 45,00
2	2	Cantoneira aço 1020 de 3/4" pol	Cantoneira 2	R\$ 10,00	R\$ 20,00
3	2	Cantoneira aço 1020 de 3/4" pol	Cantoneira	R\$ 10,00	R\$ 20,00
4	1	Cantoneira aço 1020 de 3/4" pol	Travessa lateral 2	R\$ 8,00	R\$ 8,00
5	2	Cantoneira aço 1020 de 3/4" pol	Cantoneira deslizante	R\$ 20,00	R\$ 40,00
6	2	Aço 1040	Suporte rolamento	R\$ 30,00	R\$ 60,00
7	4	LME 12UU 12x22x32	Rolamento linear 12	R\$ 85,00	R\$ 340,00
8	8	Aço 1040	Suporte	R\$ 25,00	R\$ 200,00
9	4	Aço 1040	Eixo deslizante	R\$ 12,00	R\$ 48,00
10	2	Aço 1040	Trava da grade	R\$ 35,00	R\$ 70,00
11	11	Aço 1040	Base da cantoneira	R\$ 6,00	R\$ 66,00
12	3	Barra de aço 1020 chata	Chapa traseira	R\$ 6,00	R\$ 18,00
13	4	Barra de aço 1020 chata	Chapa travessa traseira	R\$ 6,00	R\$ 24,00
14	1	AK23/10F8FN1.8 torque 10 Kgf/cm tensão 3,7 Vdc corrente 1,4 A	Motor de passo	R\$ 100,00	R\$ 100,00
15	1	Aço 1040	Base acoplamento motor	R\$ 95,00	R\$ 95,00
16	1	IMETEX KBE 2-14	Acoplamento do motor	R\$ 40,00	R\$ 40,00
17	2	Cantoneira aço 1020 de 3/4" pol	Cantoneira 100 mm	R\$ 6,00	R\$ 12,00
18	1	Aço 1040	Chapa apoio rolamento lateral	R\$ 20,00	R\$ 20,00
19	4	Aço 1040	Mancal rolamento	R\$ 45,00	R\$ 180,00
20	4	Aço 1040	Tampa do mancal	R\$ 25,00	R\$ 100,00
21	4	Cantoneira aço 1020 de 3/4" pol	Cantoneira central apoio 1	R\$ 6,00	R\$ 24,00
22	2	Cantoneira aço 1020 de 3/4" pol	Cantoneira central 2	R\$ 6,00	R\$ 12,00
23	1	Chapa de aço 1020 de 1/8" pol	Chapa de apoio	R\$ 65,00	R\$ 65,00
24	4	Aço 1040	Anel espassador	R\$ 8,00	R\$ 32,00
25	1	Aço 1040	Eixo engrenagem	R\$ 60,00	R\$ 60,00
26	4	rolamento 6001 2Z	Rolamento de esferas	R\$ 5,50	R\$ 22,00
27	4	REF 1.40.10	Engrenagem da corrente	R\$ 10,00	R\$ 40,00
28	2	Chapa aço 1020 de 1/8" pol	Chapa apoio da corrente	R\$ 18,00	R\$ 36,00
29	2	Chapa aço 1020 de 1/8" pol	Chapa apoio rolamento lateral 2	R\$ 25,00	R\$ 50,00
30	1	Cantoneira aço 1020 de 3/4" pol	Cantoneira traseira 1001	R\$ 10,00	R\$ 10,00
31	1	Chapa aço 1020 de 1/8" pol	Calha de alimentação	R\$ 15,00	R\$ 15,00
32	1	Cantoneira aço 1020 de 3/4" pol	Cantoneira 110 mm	R\$ 8,00	R\$ 8,00
33	1	Cantoneira aço 1020 de 3/4" pol	Cantoneira frontal 100 mm	R\$ 6,00	R\$ 6,00
34	4	Chapa aço 1020 de 1/8" pol	Chapa da corrente	R\$ 15,00	R\$ 60,00
35	2	Chapa aço 1020 de 1/8" pol	Chapa de arraste	R\$ 15,00	R\$ 30,00
36	2	Aço 1040	Chaveta	R\$ 12,00	R\$ 24,00
37	4	Chapa aço 1020 de 1/8"x 3/4" pol	Chapa frontal	R\$ 10,00	R\$ 40,00
38	4	Chapa aço 1020 de 1/8"x 3/4" pol	Chapa travessa frontal	R\$ 12,00	R\$ 48,00
39	2	3522 - M6x25	Manípulo trava	R\$ 2,90	R\$ 5,80
40	1	Cantoneira aço 1020 de 3/4" pol	Cantoneira 100 mm 2	R\$ 8,00	R\$ 8,00
41	1	Aço 1040	Eixo rolamento	R\$ 105,00	R\$ 105,00
42	2	DIN 08B	Corrente de rolo	R\$ 8,60	R\$ 17,20
			Custo total		R\$ 2.224,00

CONJUNTO: ALIMENTADOR - 02					
Nº DES	QT	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO DO ÍTEM
1	3	IMETEX KBE 2-14	Acoplamento do motor de passo	R\$ 45,00	R\$ 135,00
2	4	Aço 1040	Anel espessador	R\$ 12,00	R\$ 48,00
3	4	Aço 1040	Anel espessador	R\$ 12,00	R\$ 48,00
4	8	Aço 1040	Apoio da chapa	R\$ 15,00	R\$ 120,00
5	2	Aço 1040	Apoio da corrente	R\$ 15,00	R\$ 30,00
6	2	Aço 1040	Apoio parafuso ajuste correia	R\$ 20,00	R\$ 40,00
7	1	Aço 1040	Barra 10 mm	R\$ 12,00	R\$ 12,00
8	1	Aço 1040	Barra divisora	R\$ 30,00	R\$ 30,00
9	1	Aço 1040	Barra divisora 2	R\$ 30,00	R\$ 30,00
10	3	Aço 1040	Barra separadora	R\$ 45,00	R\$ 135,00
11	12	LME 12UU 12x22x32	rolamento linear	R\$ 85,00	R\$ 1.020,00
12	4	Aço 1040	Pé alimentador	R\$ 15,00	R\$ 60,00
13	1	Aço 1040	Lateral esteira 2	R\$ 95,00	R\$ 95,00
14	2	Aço 1040	Mancal eixo esteira	R\$ 35,00	R\$ 70,00
15	1	Aço 1040	Eixo engrenagem corrente	R\$ 65,00	R\$ 65,00
16	1	Chapa aço 1020 de 1/8" pol	Chapa apoio esteira	R\$ 50,00	R\$ 50,00
17	4	Aço 1040	Guia eixo deslizante	R\$ 35,00	R\$ 140,00
18	6	Aço 1040	Mancal eixo deslizante	R\$ 85,00	R\$ 510,00
19	6	Aço 1040	Eixo deslizante 2	R\$ 60,00	R\$ 360,00
20	12	Aço 1040	Bucha apoio motor de passo	R\$ 12,00	R\$ 144,00
21	2	Aço 1040	Eixo rolamento 6001	R\$ 45,00	R\$ 90,00
22	4	Aço 1040	Bucha espessadora rol 6001 2	R\$ 15,00	R\$ 60,00
23	4	Aço 1040	Bucha espessadora rol 6001	R\$ 15,00	R\$ 60,00
24	4	De33, Dp31,Z31	Engrenagem Z31	R\$ 17,00	R\$ 68,00
25	1	Aço 1040	Lateral 2-1	R\$ 45,00	R\$ 45,00
26	2	Aço 1040	Guia motor passo deslizante	R\$ 50,00	R\$ 100,00
27	1	Aço 1040	Lateral 1-1	R\$ 45,00	R\$ 45,00
28	2	Aço 1040	Guia eixo deslizante 2	R\$ 50,00	R\$ 100,00
29	2	Aço 1040	Eixo cremalheira	R\$ 110,00	R\$ 220,00
30	2	Aço 1040	Mancal rolo esteira motora	R\$ 60,00	R\$ 120,00
31	1	Aço 1040	Eixo engrenagem corrente 2	R\$ 50,00	R\$ 50,00
32	4	REF 1.40.10	Engrenagem corrente	R\$ 10,00	R\$ 40,00
33	2	Chapa aço 1020 de 1/8" pol	Chapa do elo	R\$ 15,00	R\$ 30,00
34	1	Aço 1040	lateral 1 alimentador	R\$ 80,00	R\$ 80,00
35	1	Aço 1040	Lateral 2 alimentador	R\$ 80,00	R\$ 80,00
36	1	Aço 1040	Lateral 2 motor de passo	R\$ 75,00	R\$ 75,00
37	1	Aço 1040	Lateral 1	R\$ 85,00	R\$ 85,00
38	1	Chapa aço 1020 de 1/8" pol	Chapa posicionadora	R\$ 15,00	R\$ 15,00
39	3	AK23/10F8FN1.8 torque 10 Kg/cm tensão 3,7 Vdc corrente 1,4 A	Motor de passo	R\$ 100,00	R\$ 300,00
40	4	Rolamento 6001 2z	Rolamento de esferas	R\$ 5,50	R\$ 22,00
41	2	DIN 08B	Corrente de elo	R\$ 8,60	R\$ 17,20
			Custo total		R\$ 4.844,20

CONJUNTO: MESA E PRENSA - 03					
Nº DES	QT	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO DO ÍTEM
1	1	Aço 1040	Eixo coroa motora	R\$ 60,00	R\$ 60,00
2	1	De 102, Dp 100, Z100	Engrenagem motora	R\$ 69,00	R\$ 69,00
3	2	Aço 1040	Base caixa de giro 2	R\$ 70,00	R\$ 140,00
4	6	Aço 1040	Apoio da base	R\$ 10,00	R\$ 60,00
5	1	Aço 1040	Anel espessador 5	R\$ 15,00	R\$ 15,00
6	1	Aço 1040	Anel espessador 3	R\$ 15,00	R\$ 15,00
7	1	Aço 1040	Eixo coroa movida	R\$ 85,00	R\$ 85,00
8	1	De 102, Dp 100, Z100	Engrenagem movida	R\$ 69,00	R\$ 69,00
9	2	6304 Z2	Rolamento de esferas	R\$ 20,84	R\$ 41,68
10	2	61910 Z2	Rolamento de esferas	R\$ 32,43	R\$ 64,86
11	1	Chapa de aço 1/2" pol	Base da prensa	R\$ 70,00	R\$ 70,00
12	1	Aço 1040	Base	R\$ 125,00	R\$ 125,00
13	2	Chapa de aço 1/2" pol	Lateral da prensa	R\$ 100,00	R\$ 200,00
14	1	Chapa de aço 1/2" pol	Travessa prensa inferior	R\$ 70,00	R\$ 70,00
15	1	Chapa de aço 1/2" pol	Parte superior prensa	R\$ 70,00	R\$ 70,00
16	1	Aço 1040	Eixo da prensa	R\$ 50,00	R\$ 50,00
17	1	Chapa de aço 1/2" pol	Travessa prensa inferior	R\$ 55,00	R\$ 55,00
18	1	Aço 1040	Apoio do cilindro impacto	R\$ 100,00	R\$ 100,00
19	1	CI 104T(novo ar)	Cilindro de impacto	R\$ 650,00	R\$ 650,00
20	1	IMETEX KBE 2- 14	Acoplamento do motor	R\$ 45,00	R\$ 45,00
21	4	Aço 1040	Bucha espessadora do motor	R\$ 10,00	R\$ 40,00
22	1	AK23/10F8FN1.8 torque 10 Kg/cm tensão 3,7 Vdc corrente 1,4 A	Motor de passo	R\$ 100,00	R\$ 100,00
23	1	Chapa de nylon	Trava de nylon	R\$ 50,00	R\$ 50,00
24	1	Aço 1040	Eixo da trava de nylon	R\$ 35,00	R\$ 35,00
25	1	Chapa aço 1020 de 1/8" pol	Cantoneira do cilindro	R\$ 25,00	R\$ 25,00
26	1	P1M 025V DMA 8G 025	Cilindro pneumático compacto	R\$ 150,00	R\$ 150,00
27	1	Chapa de nylon	Trava de nylon 2	R\$ 35,00	R\$ 35,00
28	1	Chapa aço 1020 de 1/8" pol	Chapa de saída do retalho	R\$ 30,00	R\$ 30,00
29	1	Chapa de madeira 1/2" pol	Base de madeira	R\$ 80,00	R\$ 80,00
30	4	40 x 40	Mecalon longitudinal	R\$ 15,00	R\$ 60,00
31	2	40 x 40	Mecalon transversal	R\$ 9,00	R\$ 18,00
32	2	40 x 40	Mecalon transversal inferior	R\$ 12,00	R\$ 24,00
33	4	40 x 40	Mecalon do pé	R\$ 9,00	R\$ 36,00
34	2	Aço 1040	Anel espessador 2	R\$ 12,00	R\$ 24,00
35	2	diâmetro ext. 5 mm	Mola compressão	R\$ 8,00	R\$ 16,00
	2	Válvula pneumática	Válvula direcional	R\$ 180,00	R\$ 360,00
			soldagem	R\$ 50,00	R\$ 50,00
			Custo total		R\$ 3.187,54

CONJUNTO: CARENAGEM - 04					
Nº DES	QT	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO DO ÍTEM
1	6	Aço 1040	Calço dobradiça	R\$ 8,00	R\$ 48,00
2	12	Light duty PA 20	dobradiça	R\$ 4,00	R\$ 48,00
3	4	12-020 - série 20	Perfil alumínio vertical	R\$ 15,00	R\$ 60,00
4	2	12-020 - série 20	Perfil alumínio frontal	R\$ 15,00	R\$ 30,00
5	2	12-020 - série 20	Perfil alumínio lateral	R\$ 15,00	R\$ 30,00
6	1	12-020 - série 20	Perfil transversal superior	R\$ 15,00	R\$ 15,00
7	1		Placa acrilico traseira	R\$ 120,00	R\$ 120,00
8	1		Placa acrilico lateral	R\$ 100,00	R\$ 100,00
9	1		Placa acrilico lateral ajuste	R\$ 120,00	R\$ 120,00
10	1		Placa acrilico superior	R\$ 120,00	R\$ 120,00
11	1		Placa acrilico superior prensa	R\$ 80,00	R\$ 80,00
12	2		Porta frontal	R\$ 50,00	R\$ 100,00
13	1		Porta frontal prensa	R\$ 50,00	R\$ 50,00
14	2	12-020 - série 20	Perfil vertical	R\$ 15,00	R\$ 30,00
15	3	M243 code 26501	Manípulo de porta	R\$ 2,90	R\$ 8,70
			Custo total		R\$ 959,70

ORÇAMENTO ELÉTRICO					
Nº DES	QT	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO DO ÍTEM
	05		sensor capacitivo Balluf	R\$ 95,00	R\$ 475,00
	04	IS 206	sensor indutivo Balluf	R\$ 65,00	R\$ 260,00
	100 m		condutor elétrico	R \$ 70,00	R \$ 70,00
	01	GV2-LE03	Dijuntor 05A	R\$ 15,00	R\$ 15,00
	01	GV2-LE04	Dijuntor 10A	R\$ 20,00	R\$ 20,00
	01	GV2-LE05	Dijuntor 15A	R\$ 20,00	R\$ 20,00
	01	GV2-LE06	Dijuntor 20A	R\$ 15,00	R\$ 15,00
	01		chave retentiva	R\$ 32,00	R\$ 32,00
	01	SIEMENS	CLP S7 200	R\$ 950,00	R\$ 950,00
	01		fonte Sitop	R\$ 300,00	R\$ 300,00
	12	LR97D07B	Réle TELEMECANIQUE	R\$ 22,00	R\$ 264,00
	02	LC1K0910BD	Contactora	R\$ 45,00	R\$ 90,00
	03	XVB L3	Sinaleiro SCHNEIDER	R\$ 40,00	R\$ 120,00
	01		Sensor ótico	R\$ 252,00	R\$ 252,00
	04		Sensor magnético	R\$ 29,00	R\$ 116,00
	01	50A	Fússivel	R\$ 8,00	R\$ 8,00
	01		Porta fússivel	R\$ 17,00	R\$ 17,00
	01	XB6 DW3B1B	Botão de pulso SCHNEIDER	R\$ 26,65	R\$ 26,65
	01		Buzzer	R\$ 12,54	R\$ 12,54
			Custo total		R\$ 2.993,19

ORÇAMENTO TOTAL	
DESCRIÇÃO	CUSTO DO ÍTEM
Conjunto magazine- 01	R\$ 2.224,00
Conjunto Alimentador- 02	R\$ 4.844,20
Conjunto Mesa e prensa- 03	R\$ 3.187,54
Conjunto Carenagem- 04	R\$ 959,70
Orçamento elétrico	R\$ 2.993,19
Total Geral	R\$ 14.208,63

Este orçamento ficou mais alto que os equipamentos concorrentes existentes no mercado, porém deve-se analisar os demais fatores competitivos de produção que influenciaram no custo total deste projeto, o principal fator é o produtivo, porque o equipamento é automatizado e por esse motivo pode dar um volume de produção bem maior que os equipamentos dos concorrentes existentes no mercado.

3.5 Simulação do Projeto

Com a ajuda dos softwares SolidWorks, PCSIMU e o simulador de CLPs S7-200, foi possível constatar o funcionamento do projeto em sua íntegra. Alguns componentes tiveram de ser adaptados no PCSIMU, mas não comprometeu a visualização do funcionamento.

3.5.1 Simulação SolidWorks

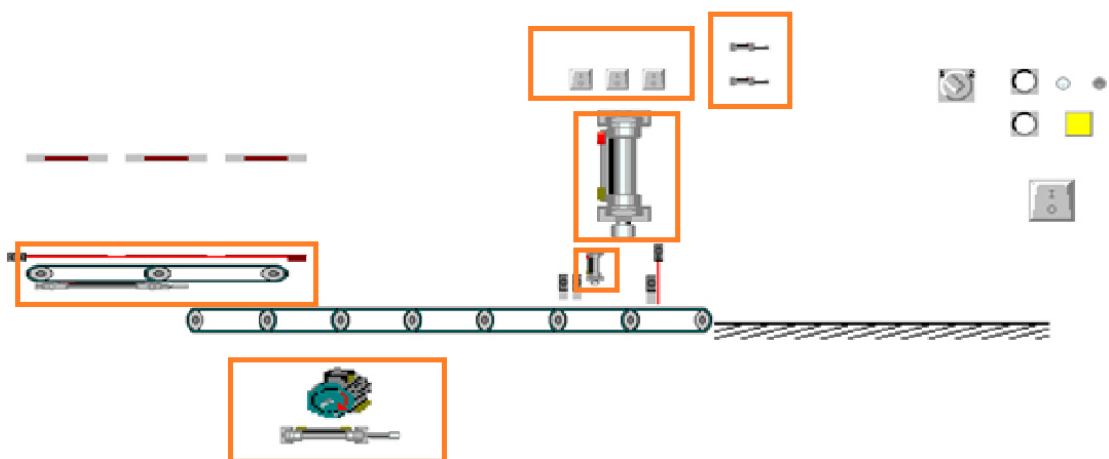
As estruturas da máquina puderam ser desenvolvidas e visualizadas através do software SolidWorks. Alguns testes foram realizados, como teste de esforço no cilindro de impacto, tração dos motores e principalmente a visualização da máquina como um todo. No apêndice do trabalho, estão todos os desenhos e componentes projetados utilizando-se dos recursos do software.

3.5.2 Simulação de Funcionamento da Máquina

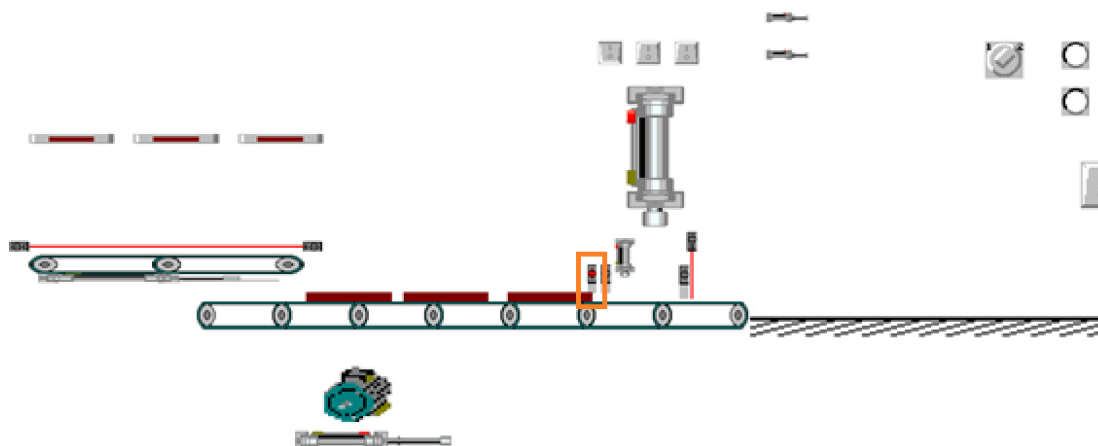
A simulação de funcionamento, consiste em testar os componentes virtualmente, buscando realizar funções previamente programadas no software MicroWin do clp S7-200, porém com informações simulando um estado real de funcionamento, com entradas e saídas ligadas e acionadas no PCSIMU, mas correspondendo paralelamente no simulador do S7-200.

A seguir uma seqüência de imagens, comprovam o funcionamento em ambiente simulado.

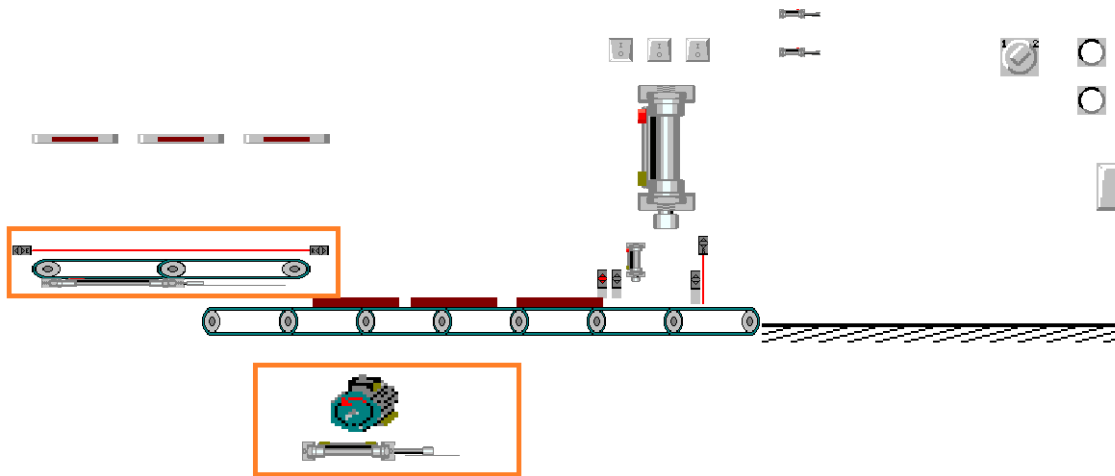
Passo 1: Abertura da calha, travamento das portas, verificação de setup, condições de recuo dos cilindros.



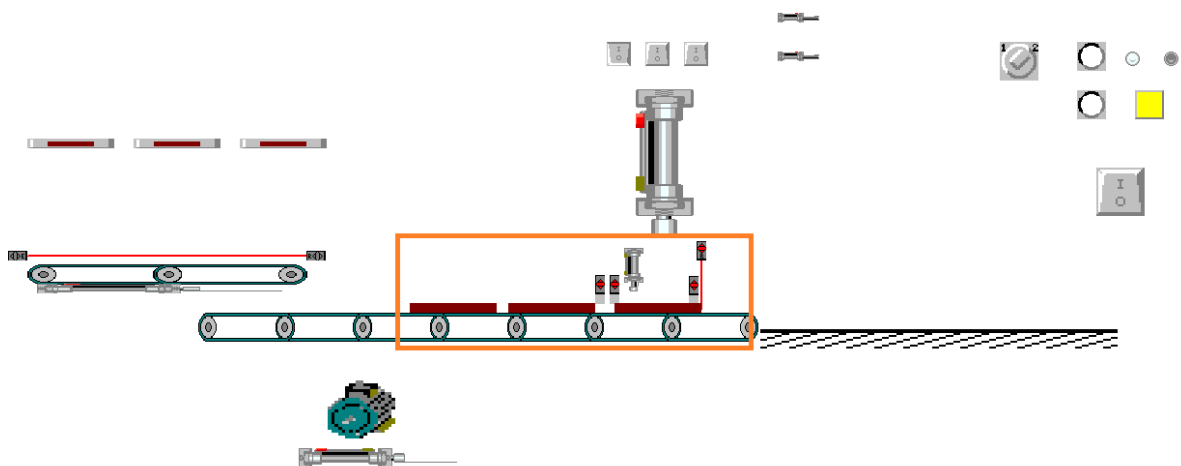
Passo 2: Alimentação da borracha na calha até acionar sensor de presença de peça.



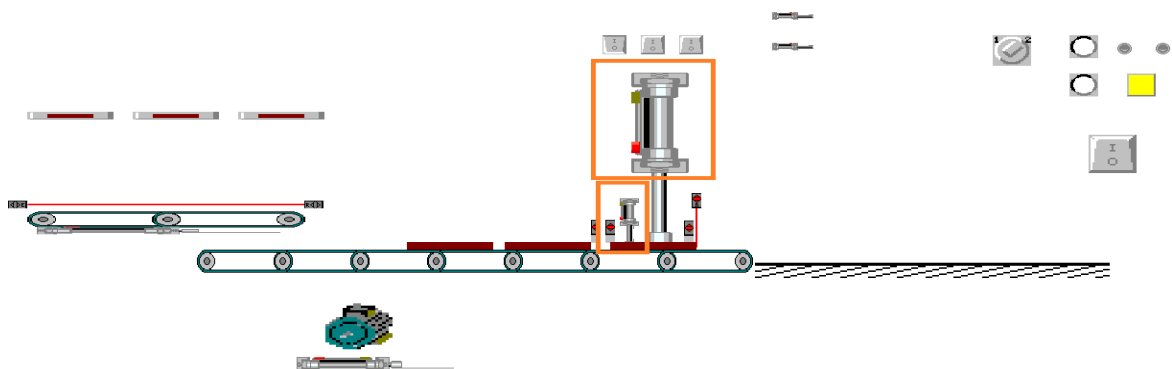
Passo 3: Fechamento da calha e recuo do motor do magazine para posição inicial.



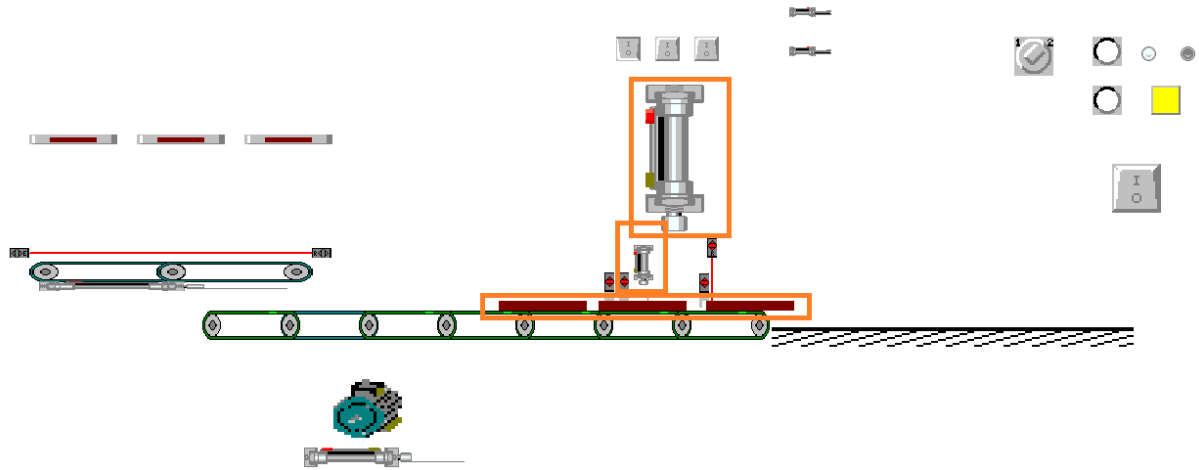
Passo 4: Avanço da borracha até atingir os sensores de posicionamento da borracha.



Passo 5 e 6: Avança cilindro de travamento da borracha logo após, avança cilindro de impacto para efetuar o corte.



Passos 7 e 8: Recuo dos cilindros de travamento e de corte da borracha logo após avanço da borracha até o próximo corte.



Com o fim da chapa de borracha o ciclo se repete até que o número de pares cortado seja igual ao programado na interface no momento do setup.

4. COMPARATIVO ENTRE PROJETO E OUTROS EQUIPAMENTOS

4.1 Equipamentos Existentes x Projetado

Atualmente existem equipamentos que realizam o trabalho de corte das palmilhas para chinelos, porém dentre as principais marcas do mercado, fica bem explícito a falta de segurança nos equipamentos, onde o sistema de corte é feito com cilindro sem proteção ante esmagamento e trabalham de maneira semiautomática, pois a passagem da borracha é feita pelo operador. Não existe sistema de setup e a faca que corta o solado é disposta de maneira manual o que compromete ainda mais a segurança do operador. As principais marcas do mercado são:

- Marca A. Trabalha no sistema de prensagem por alavanca e produz 160 pares diários, conforme figura 33.



Figura 33 – Marca A

Fonte: mmasgesel.com.br/produto/Maquina-que-fabrica-chinelos-tipo-havaianas.html

- Marca B. Trabalha com sistema de prensagem por motor elétrico e produz 360 pares por dia, ilustrada na figura 34.



Figura 34 – Marca B

Fonte: rimaqloja.com.br/maquina-de-chinelos.html

- Marca C. Trabalha com sistema de prensagem contínua e produz em média 500 pares por hora, conforme figura 35.



Figura 35 – Marca C
Fonte: compactaprint.com.br

- Marca D. Trabalha com sistema de prensagem por alavanca e produz em média 200 pares por dia, ilustrado na figura 36.



Figura 36 – Marca D
Fonte: youtube.com.br

O equipamento projetado tem a capacidade de trabalhar com alimentação automática, onde as funções do operador se limitam a inserir na interface a quantidade de pares que deseja cortar e inserir as capas de borrachas no magazine. A capacidade estimada de produção diária dependerá do número de mudanças de setup, porém, se utilizar apenas um setup, a produção estimada pode chegar a 180 pares por hora, ou em um turno de 8 horas, 1440 pares diários.

NA figura 37, está representado o projeto estrutural da máquina, que concebe uma ideia de segurança, devido às carenagens que separam o operador das partes móveis e também busca uma ideia de produtividade, uma vez que seu sistema é sequencial com alimentação contínua de borrachas.

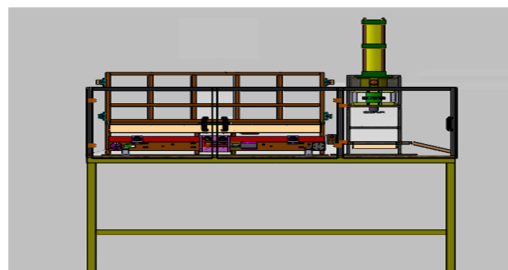


Figura 37 – Projeto Estrutural
Fonte: Autores.

4.2 Quadro Comparativo

Máquina	IHM	Partes Moveis Isoladas por Proteção (Elétrica/Mecânica)	Preço	Produção (hora)
Máquina A	Não	Não	6.000,00	20 Pares
Máquina B	Não	Não	7.550,00	38 Pares
Máquina C	Não	Não	12.000,00	360 Pares
Máquina D	Não	Não	3.360,00	25 Pares
Máquina automática	SIM	Sim	14.208,63	180 Pares

O quadro mostra que o preço do projeto é mais elevado que o praticado no mercado, porém isto é explicado pela diferenciação estrutural, onde o comprador poderá utilizar o mesmo operador da máquina projetada em outras funções, podendo reduzir custo da empresa em mão de obra, também é notado que a máquina é de fácil utilização e não exige nenhum esforço físico para realizar trabalhos em movimento tipo alavanca. Outro diferencial é a interface homem/máquina, que em outros fabricantes não existe. Na máquina projetada, o operador pode realizar a programação das quantidades de pares requeridas, visualizar a contagem atual e também pode visualizar mensagens que determinam os eventos que possam ocorrer como falhas, máquina em posição inicial ou fim de contagem.

5. CONCLUSÃO

Com o intuito de fornecer um equipamento automático para a fabricação de solados para chinelos personalizados, foi realizada uma pesquisa de mercado para obter dados técnicos e dados comerciais de equipamentos existentes a venda para se ter uma ideia inicial do que se poderia construir, pode-se constatar através dessa pesquisa que tais equipamentos não ofereciam uma completa automação. Buscou-se dessa forma projetar uma máquina que atendesse essa necessidade de automação para que o processo de fabricação tivesse a médio e longo prazo um custo menor de fabricação para solados de chinelos.

Inicialmente o custo para fabricação desta máquina é maior do que o valor de venda de equipamentos similares existentes no mercado, devido a este fato optou-se por apresentar somente o projeto e buscar futuramente recursos financeiros para a sua fabricação, como seu funcionamento foi projetado para ser completamente automático, o que as outras não são, haverá com certeza um tempo menor de fabricação para cada solado de chinelo fabricado e com isso volume bem maior de produção o que justificaria o investimento inicial.

A comparação feita entre o equipamento projetado e os equipamentos existentes, resultou numa capacidade aceitável de produção para o custo, o projeto conta com muitos outros recursos não vistos nos equipamentos de mercado e sua segurança é muito boa, oferecendo um equipamento confiável e seguro.

Foram realizadas simulações que comprovaram o funcionamento ideal do equipamento, maiores resultados somente poderão ser obtidos a partir de uma construção deste equipamento e teste prático.

O equipamento foi projetado de maneira que seu funcionamento seja bem simples, ele utilizará materiais facilmente encontrados no mercado e a integração entre seus componentes mecânicos e elétricos é de fácil manutenção.

Considerando o quadro atual de maquinários existentes, fica comprovado com este projeto que os resultados obtidos são motivadores e não há razão para o equipamento não ser construído, mesmo considerando seu custo de construção.

Os objetivos propostos neste TCC foram atendidos, a máquina possui todos os desenhos mecânicos e desenhos estruturais, possui os diagramas elétricos e também seu programa de CLP, esses documentos não estão inclusos por motivo de preservação de patente.

Os orçamentos que foram feitos estão detalhados no capítulo 3.4 deste trabalho, eles retratam os valores reais no momento em que eles foram realizados.

A máquina foi simulada virtualmente em programas específicos, estas simulações foram necessárias para a criação do projeto porque, como foi optado pela não construção da máquina devido a dificuldades financeiras, essas simulações ajudaram na construção e na montagem de todos os componentes e nos deu uma idéia de seu funcionamento real.

A listagem desses componentes pode ser encontrado no manual da máquina como também o modo de operação de todos os conjuntos existentes no projeto.

REFERÊNCIAS

BIM, Edson. **Máquinas elétricas e acionamentos**. 2ª ed. Campus LV, 2012.

COLLINS, Jack A, **Projeto Mecânico de Elementos de Máquinas**. 1ª ed. LTC, 2006.

GEORGINI, Marcelo. **Automação aplicada**. Descrição e implementação de sistemas sequenciais com CLPs. 6ª ed. Érica, 2004.

MELCONIAN, Sarkis, **Elementos de Máquinas**. São Paulo: Erica, 2000.

RILLEY, William F, **Mecânica dos Materiais**. 5ª ed. LTC, 2003

DEL TORO, Vincent. **Fundamentos de Máquinas Elétricas**. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

PARKER. Disponível em:

< [Http://www.parker.com/literature/Brazil/apostila_M1001_1_BR.pdf](http://www.parker.com/literature/Brazil/apostila_M1001_1_BR.pdf)>. Acesso em: 12 mar. de 2013.

ENGRENAGENS. Disponível em:

< [Http://www.mecatronicaatual.com.br/educacao/1565-calculando-engrenagens](http://www.mecatronicaatual.com.br/educacao/1565-calculando-engrenagens)>. Acesso em: 25 mar. de 2013.

SOUZA, Paulo José. **Motor de passo**, Belo Horizonte, MG. Disponível em:

<<http://www.ebah.com.br/motor-de-passo-pdf-pdf-a5479.html>>. Acesso em: 25 mar. de 2013.

APENDICE – MANUAL DE MONTAGEM DO EQUIPAMENTO.

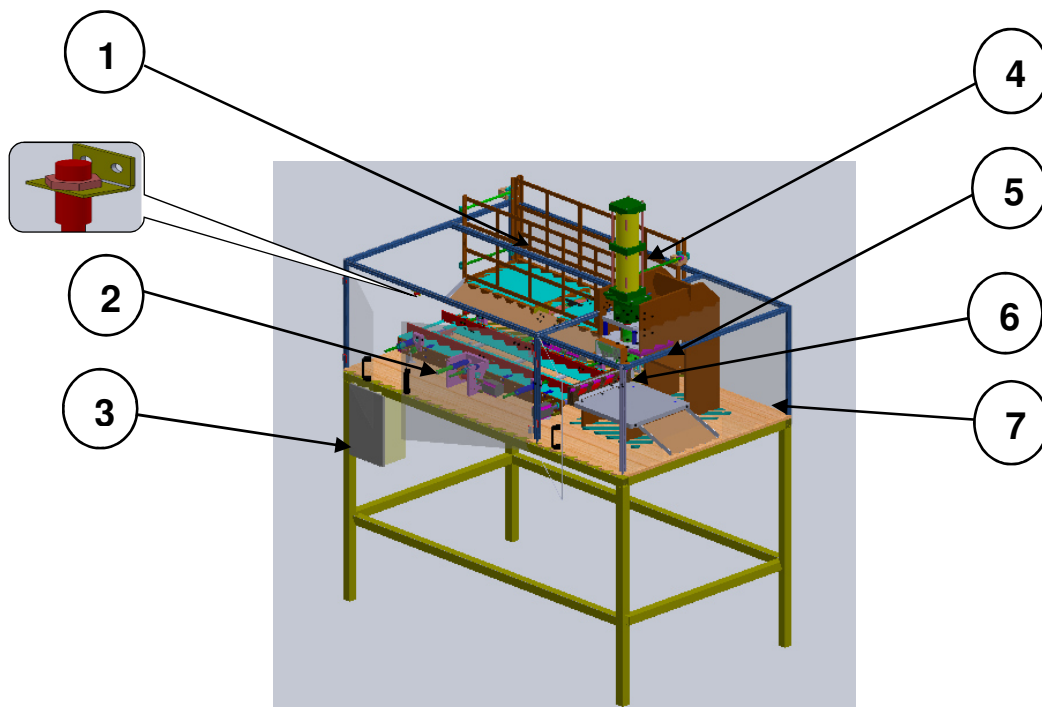
1. Descrições de segurança

As precauções que devem ser observadas para garantir a segurança das operações da máquina são descritas aqui.

Esta máquina é um equipamento relativamente simples no que diz respeito a sua operação, porém como possui partes móveis com movimentos relativamente lentos, é necessário tomar algumas precauções para que não ocorram acidentes.

Todo o equipamento é protegido por uma carenagem em acrílico que evita qualquer acesso no interior da máquina durante seu funcionamento para segurança do equipamento e também da pessoa que vai operar a máquina.

Para acessar ao interior da máquina para realizar limpeza ou manutenção, existe 03 portas de acesso frontais, nelas são instalados sensores que indicam seu fechamento, ao abri-las os sensores mudam de estado e automaticamente desligam todo o equipamento independentemente da posição em que estão.



Nº	COMPONENTE
01	Magazine de materiais
02	Alimentador
03	Painel elétrico
04	Cilindro pneumático de impacto
05	Prensa
06	IHM (interface homem máquina)
07	Carenagens de proteção

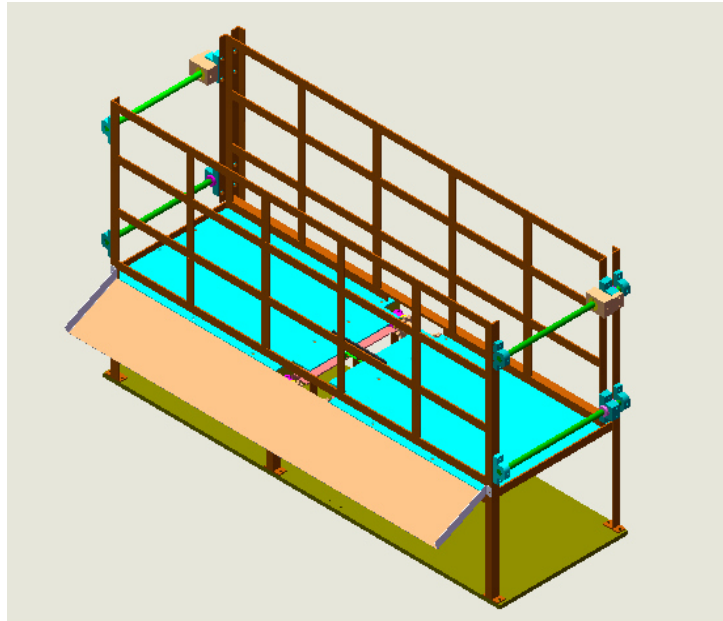
2. Lubrificação.

Em todo equipamento existe poucos pontos que exigem lubrificação constantes, a maioria dos elementos da máquina que sofrem movimentos mecânicos são lubrificados com graxa permanente. Os pontos que devem ser lubrificados são:

- **Corrente do magazine:** a corrente deve ser lubrificada com graxa a base de Lítio a cada 06 meses ou a cada 03 meses dependendo do tempo de utilização do equipamento. Nunca fazer a lubrificação da corrente com a máquina em movimento.
- **Corrente do alimentador:** a corrente deve ser lubrificada com graxa a base de Lítio a cada 06 meses ou a cada 03 meses dependendo do tempo de utilização do equipamento. Nunca fazer a lubrificação da corrente com a máquina em movimento.
- **Eixo central da prensa:** o eixo deve ser lubrificado com graxa a base de lítio ou qualquer outro lubrificante sólido, ex: grafite, este procedimento é necessário para se evitar a contaminação do produto a ser cortado com qualquer tipo de lubrificante.

3. Elementos mecânicos.

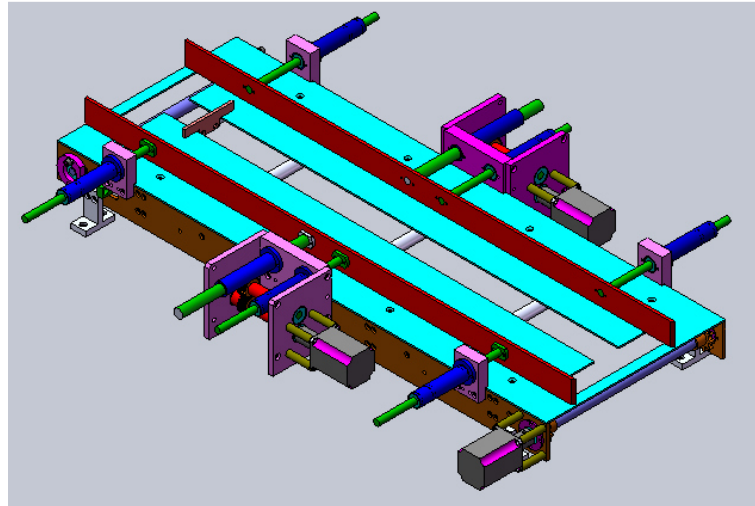
1. Magazine.



Nº DES	DESCRIÇÃO	Nº PEÇA	QTD.
1	Base magazine		1
2	Cantoneira 2		2
3	Cantoneira		2
4	Travessa lateral 2		1
5	Cantoneira deslizante		2
6	Suporte do rolamento		2
7	Eixo deslizante		4
8	Suporte		8
	Rolamento linear 12	LME 12 UU 12 X 22 X 32	4
9	Eixo deslizante		4
10	Trava da grade		2
11	Base da cantoneira		11
12	Chapa traseira		3
13	Chapa Travessa traseira		4
15	Base acoplamento motor		1

17	Cantoneira 100 mm		2
18	Chapa apoio rolamento lateral		1
19	Mancal do rolamento		4
20	Tampa do mancal		4
21	Cantoneira central apoio 1		4
22	Cantoneira central 2		2
	Rolamento 6001	6001-2Z	4
23	Chapa de apoio		1
24	Anel espaçador		4
25	Eixo engrenagem		1
	Engrenagem da corrente	REF 1.40.10	4
28	Chapa apoio da corrente		2
29	Chapa apoio rolamento lateral 2		2
30	Cantoneira traseira 1001		1
31	Calha alimentação		1
32	Cantoneira 110mm		1
33	Cantoneira frontal 100mm		1
34	Chapa da corrente		4
35	Chapa de arraste		2
36	Chaveta		2
37	Chapa frontal		4
38	Chapa travessa frontal		4
40	Cantoneira 100mm 2		1
41	Eixo rolamento		1
	Motor de passo	AK23/10F8FN1.8 torque 10 Kgf/cm tensão 3,7 Vdc corrente 1,4 A	1
	Acoplamento motor	Imetex KBE 2-14	1

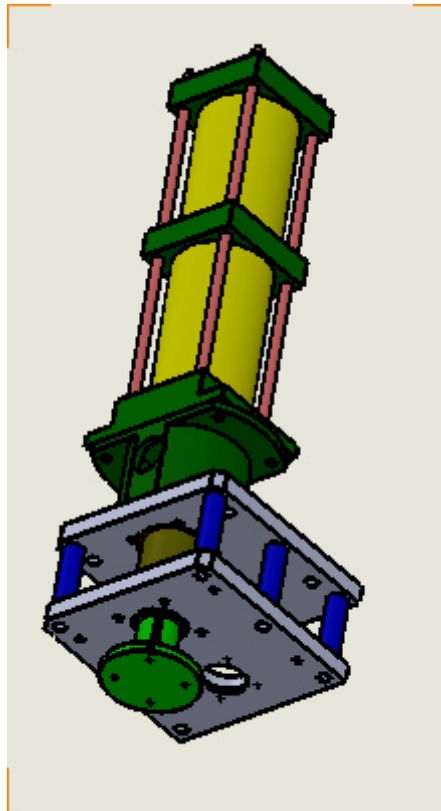
2. Alimentador.



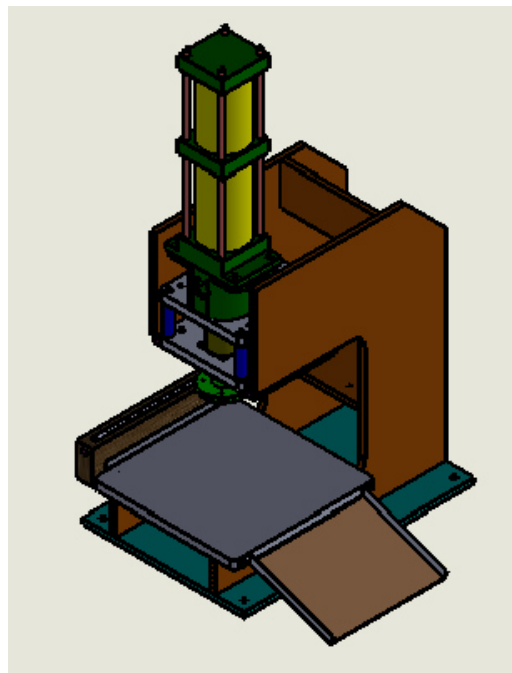
Nº DES	DESCRIÇÃO	Nº PEÇA	QTD.
1	Acoplamento motor		3
2	Anel espaçador		4
3	Anel espaçador 2		4
	Rolamento 6001	6001-2Z	12
4	Apoio da chapa		8
5	Apoio da corrente		2
6	Apoio parafuso ajuste correia		2
7	Barra 10mm		1
8	Barra divisora		1
9	Barra divisora 2		1
10	Barra separadora		3
12	Pé do alimentador		4
13	Lateral esteira 2		1
14	Mancal eixo esteira		2
15	Eixo engrenagem corrente		1
16	Chapa apoio esteira		1
17	Guia eixo deslizante		4

18	Mancal eixo deslizante		6
19	Eixo deslizante 2		6
	Rolamento linear 12	LME 12 UU 12 X 22 X 32	12
20	Bucha apoio motor de passo		12
21	Eixo rolamento 6001		2
22	Bucha espaçadora rol 6001 2		4
23	Bucha espaçadora rol 6001		4
25	Lateral 2-1		1
	Engrenagem 17		4
26	Guia motor passo deslizante		2
27	Lateral 1-1		1
28	Guia eixo deslizante 2		2
29	Eixo cremalheira		2
	Motor de passo	AK23/10F8FN1.8 torque 10 Kgf/cm tensão 3,7 Vdc corrente 1,4 A	3
30	Mancal rolo esteira motora		2
31	Eixo engrenagem corrente 2		1
32	Engrenagem da corrente		4
33	Chapa do elo		2
34	Lateral 1 alimentador		1
35	Lateral 2 alimentador		1
36	Lateral 2 motor de passo		1
37	Lateral 1		1
38	Chapa posicionadora		1

4. Cilindro de impacto e sistema de giro.

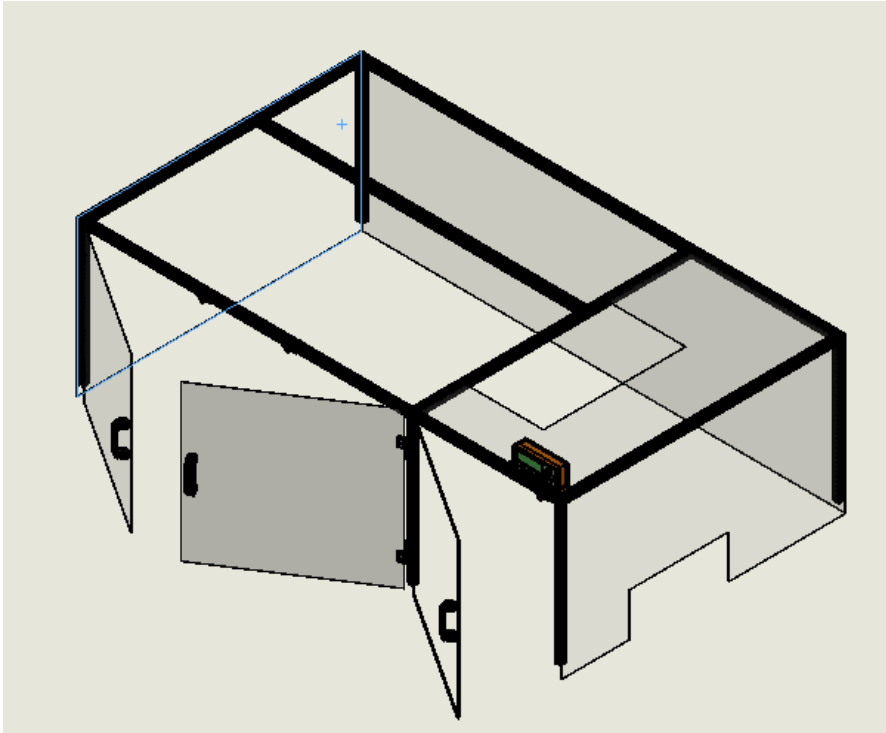


5. Prensa.



Nº DES	DESCRIÇÃO	Nº PEÇA	QTD.
1	Eixo coroa motora		1
2	Base caixa giro 2		2
4	Apoio da base		6
5	Anel espaçador 5		1
6	Anel espaçador 3		1
7	Eixo coroa movida		1
8	Engrenagem movida	Z 100	1
11	Base da prensa		1
12	Base		1
13	Lateral prensa		
	Cilindro pneumático compacto	P1M 025V DMA 8G 025	1
14	Travessa prensa inferior		1
15	Parte superior prensa		1
	Rolamento 61910	61910-2Z	2
16	Eixo da prensa		1
17	Travessa prensa		1
18	Apoio do cilindro de impacto		1
21	Bucha espaçadora do motor		4
23	Trava de nylon		1
	Rolamento 6001	6001-2Z	1
24	Eixo da trava de nylon		1
	Cilindro de impacto	CI 104T	1
	Acoplamento cilindro	IMETEX KBE 2-14	1
25	Cantoneira do cilindro		1
27	Trava de nylon 2		1
28	Chapa de saída do retalho		1
29	Base de madeira		1
30	Metalon longitudinal		4
31	Metalon transversal		2
32	Tecalon transversal inferior		2
33	Tecalon do pé		4
34	Anel espaçador 2		2

6. Carenagem.



Nº DES	DESCRIÇÃO	Nº PEÇA	QTD.
1	Calço da dobradiça		6
2	Dobradiça	Light Duty PA 20	12
3	Perfil alumínio vertical	12-020 série 20	2
4	Perfil alumínio frontal	12-020 série 20	2
5	Perfil alumínio lateral	12-020 série 20	2
6	Perfil alumínio transversal superior	12-020 série 20	1
7	Placa de acrílico traseira		1
	Manipulo	Cabo nylon 107	3
8	Placa acrílico lateral		1
9	Placa acrílico lateral de ajuste		1
10	Placa acrílico superior		1
11	Placa acrílico superior prensa		1
12	Porta frontal acrílico		2
13	Porta frontal prensa		1
14	Perfil alumínio vertical interno	12-020 série 20	1

	Caixa ihm		1
	IHM	TD 200c	1
	Sensor porta		3
	Cantoneira do sensor porta		3