

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTOS ACADÊMICOS DE ELETRÔNICA E MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL

ELTER FELIPE CHILA
RAFAEL PLINTA
VINICIUS HENRIQUE ALVES TAMANINI

**MÁQUINA PARA ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DE BOVINOS E
EQUINOS CONFINADOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2014

ELTER FELIPE CHILA
RAFAEL PLINTA
VINICIUS HENRIQUE ALVES TAMANINI

MÁQUINA PARA ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DE BOVINOS E EQUINOS CONFINADOS

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, dos Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. Valmir de Oliveira

CURITIBA
2014

TERMO DE APROVAÇÃO

ELTER FELIPE CHILA
RAFAEL PLINTA
VINICIUS HENRIQUE ALVES TAMANINI

MÁQUINA PARA ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DE BOVINOS E EQUINOS CONFINADOS

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 06 de agosto de 2014, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Milton Luiz Polli
Coordenador de Curso
Departamento Acadêmico de Mecânica

Prof. Sérgio Moribe
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. Gilmar Lunardon
UTFPR

Prof. Maro Roger Guerios
UTFPR

Prof. Dr. Valmir de Oliveira
Orientador – UTFPR

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

Agradecemos em primeiro lugar, a Deus, aos familiares, aos amigos, e a todos aqueles que de certa forma contribuíram durante todo o período de curso. Obrigado a todos, pelo incentivo e também pela compreensão nos momentos de ausência.

Não podemos deixar de agradecer a todos os professores e orientadores que mantivemos contato durante o curso, nos auxiliando e contribuindo com nosso conhecimento e crescimento, em especial ressaltamos a participação do Prof. Dr. Valmir de Oliveira, pela sua dedicação e orientação neste trabalho.

RESUMO

CHILA, Elter F.; PLINTA, Rafael; TAMANINI, Vinicius H. **Máquina para alimentação automática de bovinos e equinos confinados**. 2014 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Este trabalho refere-se à automatização de um sistema de alimentação para bovinos e equinos. Foram desenvolvidas a eletrônica, a mecânica e a programação em ladder, para o protótipo de um sistema com controle automático e maior eficiência na alimentação desses animais, diminuindo a necessidade de intervenção humana. Nesse sistema foram utilizados um relé programável para o comando dos motores elétricos e ajuste dos horários e quantidade de alimento. Um sistema de parafuso sem fim movimentado por um motor de corrente alternada para abastecimentos dos reservatórios de comida e outro motor responsável pelas demais movimentações. Há alarme para monitorar a ausência de alimento ou possível falha no conjunto.

Palavras chave: Automação. Alimentação de Bovinos e Equinos. Controle. Eficiência.

ABSTRACT

CHILA, Elter F.; PLINTA, Rafael; TAMANINI, Vinicius H. **Automatic feeding system for confined bovine and equine**. 2014 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

This work addresses the development of an automatic feeding system for bovine and equine animals. The electronics, mechanics and programming were outlined in order to increase efficiency and reduce the need for human intervention. This system requires a programmable relay to control electrical motors, time adjustments and food quantity. An endless screw powered by an alternate current motor supplies the food reservoirs and another motor commands complementary mechanisms. An alarm monitors the lack of food inside the reservoirs and reports overall system failure.

Keywords: Automatic. Bovine and Equine Feeding Systems. Control. Efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Parafuso sem fim	13
Figura 2 - Relé programável.....	15
Figura 3 – Engrenagem de dente reto.....	16
Figura 4 – Sensores indutivos	17
Figura 5 – Sensor fotoelétrico	18
Figura 6 - Vista montada do sistema.....	21
Figura 7 - Vista explodida do sistema	22
Figura 8 - Ambiente de simulação por software Zelio Soft	25
Figura 9 - Programação em linguagem Ladder no <i>software</i> Zelio Soft	25
Figura 10 - Imagem inicial no display LCD	27
Figura 11 - Imagem de instrução para abastecimento no display LCD	27
Figura 12 - Imagem de instrução de opeção no display LCD.....	28
Figura 13 - Imagem de instrução de opeção no display LCD.....	29
Figura 14 - Motor de acionamento do eixo principal.....	31
Figura 15 – Detalhe sensor indutivo	32
Figura 16 – Detalhe Sensor Fim de Curso	32
Figura 17 – Interface usuário-sistema	33
Figura 18 – Montagem contendo o relé programável, a fonte e o disjuntor.	33
Figura 19 – Disjuntores	34
Figura 20 – Circuito elétrico.....	35
Figura 21 – Equipamento montado	37
Figura 22 – Cuba após 1 minuto de preenchimento.....	37
Figura 23 – Equipamento em funcionamento.....	38
Figura 24 – Compartimentos após a dosagem.....	39
Figura 25 – Compartimentos após a dosagem.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

CLP - Controlador Lógico Programável

FBD – Diagrama Funcional de Blocos (*Functional Block Diagram*)

LCD - Tela de Cristal Líquido (*Liquid Crystal Display*)

RPM - Rotações por Minuto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	PROBLEMA.....	10
1.2	JUSTIFICATIVA.....	10
1.3	OBJETIVOS	10
1.3.1	Objetivo Geral.....	10
1.3.2	Objetivos Específicos	10
2	METODOLOGIA DE PESQUISA	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1	SISTEMAS PARAFUSO SEM FIM	13
3.2	ACOPLAMENTOS.....	14
3.2.1	Acoplamentos Rígidos.....	14
3.2.2	Acoplamentos Complacentes	14
3.3	RELÉS PROGRAMÁVEIS.....	14
3.4	ENGRENAGENS.....	15
3.5	SENSORES.....	16
3.6	DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES E SISTEMA DE PROTEÇÃO... ..	18
3.7	MOTORES DE CORRENTE ALTERNADA	19
4	DESENVOLVIMENTO	21
4.1	DESENVOLVIMENTO MECÂNICO.....	21
4.2	VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO.....	23
4.3	PROGRAMAÇÃO	24
4.3.1	Funcionamento do Programa	29
4.4	ELABORAÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO	30
4.5	EQUIPAMENTO EM OPERAÇÃO.....	36
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICES	42

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a pecuária no Brasil começou no estado de São Paulo, na cidade de São Vicente, ainda no século XVI. Devido ao aumento do rebanho e das atividades relacionadas ao cultivo da cana-de-açúcar essas duas atividades foram separadas. Posteriormente, a pecuária se expandiu perto das margens do Rio São Francisco no Nordeste e esta atividade foi responsável por grande parte da exploração do interior do território brasileiro (PACIEVITCH, 2014).

Ao longo dos anos no Brasil a prática mais comum relacionada à pecuária, foi a do boi sendo criado livremente, graças a grande extensão territorial nacional, e a grande abundância em água. Devido ao gado estar sujeito totalmente a ação da natureza, como ser dependente de chuvas para maior crescimento dos pastos, saindo do controle do criador, hoje já é utilizada a criação de bois e equinos em confinamentos, que é um processo alternativo de engorda dos animais, sem depender totalmente das condições ambientais (PACIEVITCH, 2014). “A principal vantagem de um sistema de alimentação individual é que cada animal pode receber uma dieta que poderá preencher exatamente as suas exigências” (OLIVEIRA, 2013).

O período em que o boi de confinamento é mais rentável é no final da entressafra (agosto-novembro). Nesse período, o preço da arroba do boi geralmente se encontra no seu maior valor, acreditando que o valor do boi magro não esteja alto no mercado. Devido a isso, a prática de confinamento tem crescido, por causa da expectativa da alta do boi gordo. Sendo assim, o pecuarista pode optar por esperar um pouco mais para abater o animal, confinando na expectativa de um aumento do peso e do preço.

Tendo em vista o fato do gado poder ser criado em ambientes confinados e esse processo poder ser utilizado também para a alimentação de equinos, será desenvolvido um sistema automatizado de alimentação desses animais utilizando equipamentos comuns da automação industrial. O sistema deverá assegurar a quantidade de ração servida nos lugares de alimentação dos animais e nos horários desejados, sem auxílio de mão de obra, restando somente inspecionar se os reservatórios dentro do sistema estão preenchidos. Isso pode ser uma alternativa para o criador que não deseja gastar com mais mão de obra em sua fazenda e facilitar ou reduzir o tempo gasto para a operação da alimentação desses animais.

1.1 PROBLEMA

Um dos problemas encontrados em fazendas, aras e lugares que criam gado, equino ou bovino em confinamento é o cuidado que se deve ter com a alimentação dos animais. Por serem rigorosos os horários e quantidades de alimento que os animais devem receber, uma grande mão de obra é exigida para que esse acompanhamento seja seguido.

A máquina a ser desenvolvida reduzirá de forma significativa a mão de obra aplicada para a execução dessa tarefa de alimentação dos animais.

1.2 JUSTIFICATIVA

Pensando no que se tem disponível atualmente no mercado, será desenvolvido um sistema de controle de horário e quantidade de alimento que cada animal receberá individualmente, e em contrapartida diminuir o acompanhamento humano.

Um sistema como aquele implementado, aumenta a confiabilidade e controle de alimentação, além de reduzir o custo com mão de obra humana.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma máquina que possa fazer a alimentação de equinos e bovinos confinados, de forma criteriosa, sem auxílio de mão de obra humana para controlar horários e quantidades.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Projetar uma estrutura que seja robusta e ao mesmo tempo flexível, que realize com eficiência o processo sem oferecer risco aos animais ou operador do equipamento;
- Desenvolver um sistema eletroeletrônico que realize o controle dos acionamentos mecânicos e, em eventuais interrupções de energia da

rede, possa funcionar durante tempo suficiente para que o usuário tome as devidas providências;

- Criar um programa que realize as rotinas de dosagem de ração conforme tempos específicos. Este sistema deverá ser facilmente programado pelo usuário;
- Construir um protótipo de tamanho reduzido para validar a eficiência do dispositivo, simular o processo e analisar a possibilidade de melhorias.

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Inicialmente foram definidos os requisitos que o projeto deveria atender, principais componentes a serem utilizados, e a responsabilidades de cada um dos integrantes da equipe.

Após algumas reuniões ficou definido que o sistema final deveria apresentar um protótipo que simulasse a alimentação de cinco animais de forma individualizada, podendo variar quanto à dosagem e intervalo de tempo para alimentação, conforme necessidade do operador.

O projeto seria composto por dois motores 127 V_{AC}, comandados por um relé programado em linguagem *Ladder*. O sistema de movimentação seria realizado através de cremalheira e a dosagem de alimentação por parafuso sem fim.

As atividades foram divididas com base nas habilidades individuais dos executores do projeto, porém sempre havendo comunicação e integração da equipe, de modo que todos tivessem o entendimento do projeto como um todo.

Seguindo a metodologia adotada, a divisão das atividades ficou da seguinte maneira:

- Rafael Plinta, responsável pelo desenvolvimento da área mecânica;
- Elter Felipe, responsável pelo desenvolvimento dos diagramas eletrônicos e confecção dos circuitos de controle, potência e proteção do sistema;
- Vinicius Tamanini, responsável por elaborar o código fonte;

Durante a execução do projeto, alguns testes intermediários foram feitos, a fim de se verificar a integração das partes e eficiência do sistema dentro do que foi proposto.

Visto a complexidade do projeto, os diversos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos no curso de Tecnologia Mecatrônica Industrial foram aplicados. Além de conceitos já conhecidos, novos conceitos foram necessários. Ao longo do trabalho, algumas modificações foram adaptadas, mas sem a necessidade de alteração do planejamento geral.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo iremos abordar o funcionamento dos principais componentes do sistema; relés programáveis, fontes de alimentação, sensores, acoplamentos, sistemas parafuso sem fim e engrenagens.

3.1 SISTEMAS PARAFUSO SEM FIM

Na sua aplicação inicial um parafuso sem fim era colocado dentro de um tubo inclinado que ficava com uma extremidade dentro da água. À medida que esse parafuso era girado a água era transportada para a outra extremidade do tubo na parte superior. Com o passar dos anos essa grande invenção foi sendo aperfeiçoada e adaptada para diferentes aplicações. Atualmente diversos ramos utilizam esse sistema. Ele pode ser encontrado em sistemas para elevação de água, transporte de grãos, mineração e muitas outras aplicações (BRENNAN, 2000).

A figura 1 mostra um parafuso sem fim típico.

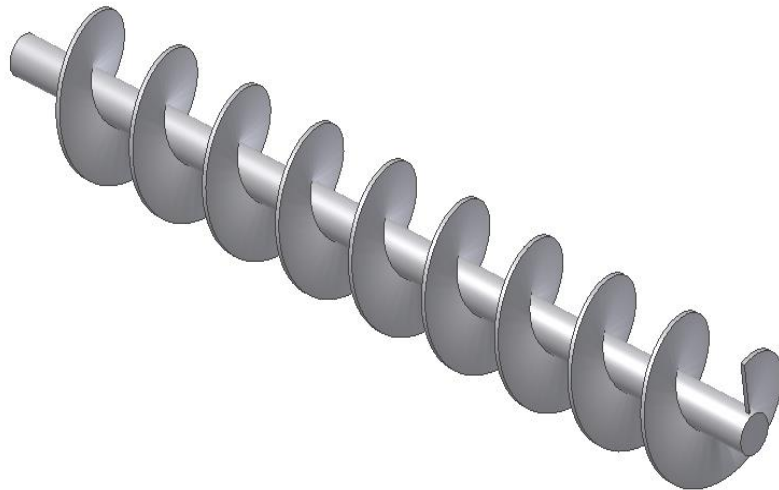


Figura 1 - Parafuso sem fim
Fonte: Autodesk Community (2013)

3.2 ACOPLAMENTOS

Uma grande variedade de acoplamentos pode ser encontrada. Eles variam de acordo com cada tipo de aplicação, mas de forma geral podem ser classificados em dois grupos: acoplamentos rígidos ou acoplamentos complacentes (NORTON, 2004).

3.2.1 Acoplamentos Rígidos

Para Norton os acoplamentos rígidos são geralmente utilizados quando se deseja que motor e dispositivo a ser movido tenham completa sincronia e precisão. Neste tipo de acoplamento se faz necessário perfeito alinhamento de centro dos eixos, a fim de se evitar excesso de energia e potência para que o sistema seja acionado.

3.2.2 Acoplamentos Complacentes

São utilizados quando o sistema apresenta alguma forma de desalinhamento entre os eixos. Esses desalinhamentos podem ser: axiais, angulares, torcionais ou de paralelismo, e podem aparecer de forma individual ou combinada.

A menos que se tenha cuidado em alinhar dois eixos adjacentes, pode existir desalinhamento axial, angular e paralelo em qualquer máquina. O desalinhamento torcional ocorre dinamicamente quando uma carga movida tenta adiantar ou retrasar a carga motora. Se o acoplamento permitir qualquer folga torcional, haverá golpe quando o torque mudar de sentido. Isso é indesejável se for necessário sincronismo de fase, como um servo-mecanismos (NORTON, 2004).

3.3 RELÉS PROGRAMÁVEIS

Relés Programáveis podem ser vistos como se fossem um controlador lógico programável (CLP) com recursos mais limitados e com opções de

programação mais simples. São uma excelente opção para quem deseja um equipamento com facilidade de programação, alta confiabilidade e robustez.

Relés programáveis podem ser definidos de forma similar aos CLPs no que se refere:

Um Computador Industrial, capaz de armazenar instruções para implementação de funções de controle (sequência lógica, temporização e contagem, por exemplo), além de realizar operações lógicas e aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede, sendo utilizado no controle de Sistemas Automatizados (GEORGINI, 2003).

Relés programáveis são utilizados para automações menos complexas que os CLPs, isso explica o seu menor valor comparado àqueles. A velocidade de resposta é mais lenta e suas operações aritméticas são mais limitadas. Na figura 2 mostra-se um relé programável comercial.



Figura 2 - Relé programável
Fonte: Schneider Eletric (2013)

3.4 ENGRENAGENS

Segundo Melconian, engrenagens podem ser definidas como peças cuja função é a transmissão de movimento, multiplicando os esforços com a finalidade de gerar trabalho.

Há uma grande variedade de tipos de engrenagens. Para se determinar o modelo de engrenagem a ser utilizado uma série de fatores devem ser analisados, tais como velocidade de trabalho, carga, precisão necessária entre outros (MELCONIAN, 2002). A figura 3 mostra uma engrenagem de dente reto.

De maneira geral, as engrenagens apresentam as seguintes características:

- São utilizados em eixos paralelos ou reversos;
- A relação de transmissão é constante;
- Transmitem força sem deslizamentos;
- Seu funcionamento é seguro;
- Possuem vida longa em relação a outros tipos de transmissão;
- Resistem bem às sobrecargas;
- Custo com manutenção reduzido;
- Apresentam baixas perdas;
- O nível de ruído é maior em relação a outras transmissões.



Figura 3 – Engrenagem de dente reto
Fonte: Autoria própria.

3.5 SENSORES

Sensores são dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente, seja ela térmica, cinética ou luminosa; relacionando informações sobre uma

grandeza física que pode ser medida, como: velocidade, aceleração, pressão, temperatura, corrente, e outros (ROSÁRIO, 2005).

Os sensores podem ser analógicos, assumindo qualquer valor na sua saída ao longo do tempo, dentro de sua faixa de operação (*range*) ou digitais, sendo que neste caso o sensor assume apenas dois valores na sua saída, que podem ser interpretados como “zero” ou “um” dentro de um circuito digital. Sensores analógicos são utilizados para monitorar variáveis em um processo de controle contínuo, como temperatura, pressão ou vazão. Já os sensores digitais monitoram variáveis em processos discretos, onde a malha de controle atua com base em eventos discretos, como por exemplo, a passagem de objetos ou como os *encoders* que determinam distância ou velocidade. Exemplos de sensores indutivos utilizados em processos discretos podem ser vistos na figura 4. Sensores indutivos são caracterizados por detectarem somente a presença de objetos metálicos na proximidade (ROSÁRIO, 2005).



Figura 4 – Sensores indutivos
Fonte: JBV Automação (2014)

Na figura 5 podemos verificar um exemplo de sensor fotoelétrico. Estes sensores são utilizados de diversas formas na indústria, tais como: contagem de produtos que passam em uma esteira, detecção de objetos pequenos, identificação de estampa, posicionamento de peças, entre outras. Os sensores fotoelétricos têm como função detectar objetos através da presença ou ausência de luz. Basicamente, existem 3 modos de aplicação para sensores fotoelétricos. O difuso, que mede a distância entre o sensor e o objeto, o reflexivo, calculando a distância do sensor até o espelho, e a barreira, medindo a distância entre o emissor e o receptor (ROCKWELLAUTOMATION, 2014).



Figura 5 – Sensor fotoelétrico
Fonte: Pid Brasil Automação Industrial (2014)

3.6 DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES E SISTEMA DE PROTEÇÃO

Dimensionamento:

Em todo projeto elétrico, o dimensionamento correto dos condutores é fundamental para que seja garantido o pleno funcionamento da carga instalada e não haja risco de incêndio. Este dimensionamento deve ser precedido de uma análise detalhada das condições de sua instalação e da carga a ser suprida. Os fatores básicos que envolvem o dimensionamento de um condutor são:

- Tensão nominal;
- Frequência nominal;
- Potência ou corrente da carga a ser suprida;
- Fator de potência da carga;
- Tipo do sistema: monofásico, bifásico ou trifásico;
- Maneira de instalação dos condutores;
- Condições do ambiente a que ficam submetidos os condutores;
- Tipo de carga: Motores, iluminação, circuitos de comando, equipamentos eletrônicos e outras.;
- Distância da carga ao ponto de suprimento;
- Corrente de curto-circuito.

A norma NBR 5410 estabelece os critérios para a escolha do condutor e do dispositivo de proteção, bem como as cores dos condutores. A escolha da seção do condutor obedece aos seis critérios abaixo:

- Seção mínima;
- Capacidade de condução de corrente;

- Queda de tensão;
- Sobrecarga;
- Curto-circuito;
- Contatos indiretos.

A norma prevê que os condutores de um circuito devem ser identificados, porém deixa em aberto o modo como deve ser feita esta identificação. No caso de uma identificação por cores, devem ser adotadas aquelas prescritas pela norma, a saber:

- Neutro (N): Azul claro;
- Conductor de proteção Terra (PE): Verde-amarelo ou verde;
- Conductor PEN: Azul claro com indicação verde-amarelo nos pontos visíveis.

Sistema de Proteção:

Alguns dos dispositivos mais comuns utilizados para sistemas de proteção são os disjuntores e fusíveis. Eles são utilizados para proteção de circuitos elétricos para sobrecarga de corrente, evitando curto-circuito. Apesar de terem a mesma função, o fusível tem valor muito abaixo do disjuntor, pois pode ser utilizado uma única vez ao ocorrer a sobrecarga. Quando acionados, os fusíveis devem ser substituídos. Para circuitos de baixa potência, não são fabricados disjuntores, devido ao custo, existindo apenas os fusíveis. Já os disjuntores, em caso de sobrecarga de corrente, um dispositivo termo mecânico desarma uma chave, desativando o circuito elétrico, podendo ser reativada posteriormente (INSTITUTO NEWTON C. BRAGA, 2014).

3.7 MOTORES DE CORRENTE ALTERNADA

São acionados pela rede elétrica. São utilizados na maioria das aplicações industriais, devido à longa vida útil, simplicidade de construção e manutenção, e pelo custo reduzido. Podem ser monofásicos ou trifásicos, síncronos ou de indução (MAMEDE FILHO, 1997).

Os motores de indução são constituídos por duas partes básicas:

- Estator: Formado pela carcaça do motor; pelo núcleo, onde encontram-se as chapas magnéticas de indução; e pelos enrolamentos, constituídos de material condutor e dispostos sobre o núcleo.
- Rotor: Composto pelo eixo, responsável por transmitir a potência mecânica gerada pelo motor; pelo núcleo e pelos enrolamentos.

No que é relativo ao rotor, o comportamento de um motor de indução é comparado ao secundário de um transformador, ou seja, recebe a potência elétrica por efeito de indução gerada pela variação do fluxo magnético (MAMEDE FILHO, 1997).

4 DESENVOLVIMENTO

Durante o desenvolvimento do projeto, buscou-se utilizar da forma mais eficiente possível os recursos, alinhando facilidade de fabricação e baixo custo. “Um projeto é um esforço para se atingir um objetivo específico por meio de um conjunto único de tarefas inter-relacionadas e da utilização eficaz de recursos” (Gido Jack e Clementes P. James, 1945).

4.1 DESENVOLVIMENTO MECÂNICO

A estrutura mecânica foi composta basicamente por uma cuba que contendo o alimento, desloca-se ao longo de uma cremalheira, utilizando uma rosca helicoidal transportadora, responsável pela dosagem da quantidade de alimento. A estrutura foi produzida em tubo de aço, seção quadrada com 25 mm de lado e espessura de parede de 1,25mm. O acionamento é realizado por um motor elétrico com caixa de redução, 127V_{AC}.

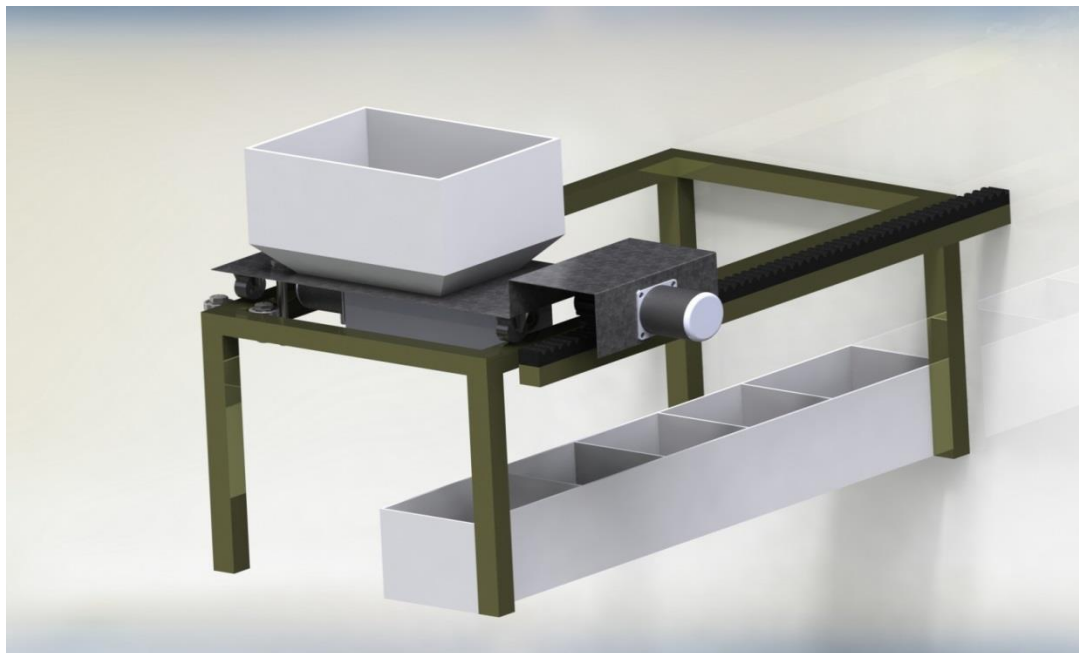


Figura 6 - Vista montada do sistema
Fonte: Autoria própria.

A figura 6 mostra a vista da estrutura mecânica montada. Observamos a cuba na parte superior e o seu sistema de deslocamento composto por motor e cremalheira. Também pode ser visto a estrutura tubular e por último, na parte inferior, o alimentador formado por 5 compartimentos a serem abastecidos com a alimentação.

A figura 7 mostra a vista explodida do sistema com a descrição dos seus componentes.

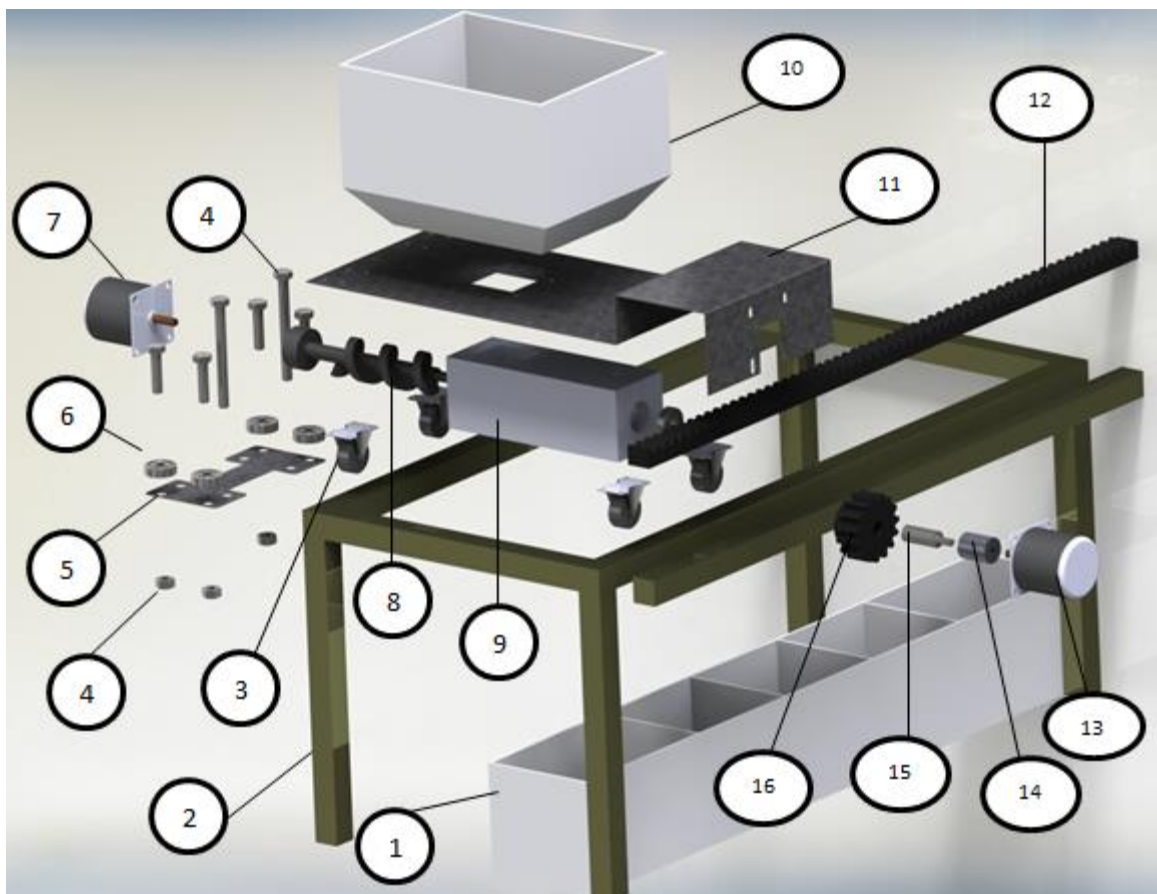


Figura 7 - Vista explodida do sistema
Fonte: Autoria própria.

- 1- Alimentador;
- 2- Estrutura;
- 3- Rodízio;
- 4- Componentes de fixação;
- 5- Chapa guia;
- 6- Rolamento;
- 7- Motor da rosca transportadora;
- 8- Rosca transportadora;

- 9- Transportador;
- 10-Cuba de alimentação;
- 11-Chapa base;
- 12-Cremalheira;
- 13-Motor de movimento;
- 14-Acoplamento;
- 15-Eixo de ligação;
- 16-Engrenagem;

4.2 VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO

Para calcular-se a velocidade de deslocamento ao longo da cremalheira utilizou-se das seguintes informações:

Raio efetivo da engrenagem (R): 32,5 mm

Velocidade de rotação do motor (v): 5 RPM

Com o valor de RPM do motor obtém-se a velocidade angular:

Velocidade angular (ω)= $v \times 2\pi / 60$ s

Logo,

$$\omega = 0,166 \pi / s$$

Encontrado o valor de (ω) aplica-se a fórmula para encontrar a velocidade de deslocamento do sistema (V).

$$V = \omega \times R$$

$$V = 16,94 \text{ mm/s}$$

4.3 PROGRAMAÇÃO

Para a programação foi utilizado o relé programável da Telemecanique, linha Zelio, modelo SR2B121BD, com 8 entradas (4 digitais e 4 analógicas de 0-10 V), e 4 saídas a relé e alimentação em 24 V_{DC}. O modelo é indicado para pequenas automações e é uma solução simples, compacta, razoavelmente fácil e altamente confiável para projetos relativamente simples. Possui 28 memórias internas, 4 botões configuráveis para *display*, 16 temporizadores com 11 configurações diferentes e 17 contadores, sendo 1 deles para contagem rápida de até 1 kHz. Disponibiliza também 8 comparadores dos contadores, 16 comparadores para entradas analógicas e 120 linhas para configuração do programa. O modelo SR2B121BD dispõe também de um relógio interno, permitindo utilizar de 8 horários diferentes para configuração e alteração para horário de verão. Seu *display* permite até 16 textos diferentes configuráveis. A linguagem de programação do *software* “Zelio Soft” é *ladder* (linguagem em blocos) ou FBD (*Functional Block Diagram*). O *software* se encontra disponível na internet gratuitamente em vários sites.

A linguagem escolhida para o desenvolvimento do “Controlador de Alimentos” foi a linguagem *Ladder*. Esse modelo em especial, não possui a opção de expansão de entradas e saídas, outros modelos na linha Zelio são possíveis fazer expansão de memórias. A transferência dos dados e monitoração através do *software* para o relé programável é feito através de um cabo de comunicação com um terminal para o relé e outro USB para o computador, o código do fabricante para o cabo é SR2USB01. Através desse cabo conectado ao PC, é possível fazer monitoração em tempo real do sistema, facilitando muito a supervisão do programa. Se desejar, o próprio *software* dispõe de simulações sem que precise estabelecer conexão direta com o relé programável. Caso haja necessidade, há possibilidade de fazer alteração no programa pelo próprio *display*, através do BOTÃO Menu/Ok, porém é mais complicado de fazer modificações através dessa ferramenta e é mais passível de erro, caso não haja conhecimento total do programa já feito. Na figura 8 mostra-se a tela com ambiente de simulação do *software* Zelio Soft.



Figura 8 - Ambiente de simulação por software Zelio Soft
 Fonte: Autoria própria.

A figura 9 mostra a tela de edição da linguagem de contatos disponível no Zelio Soft.

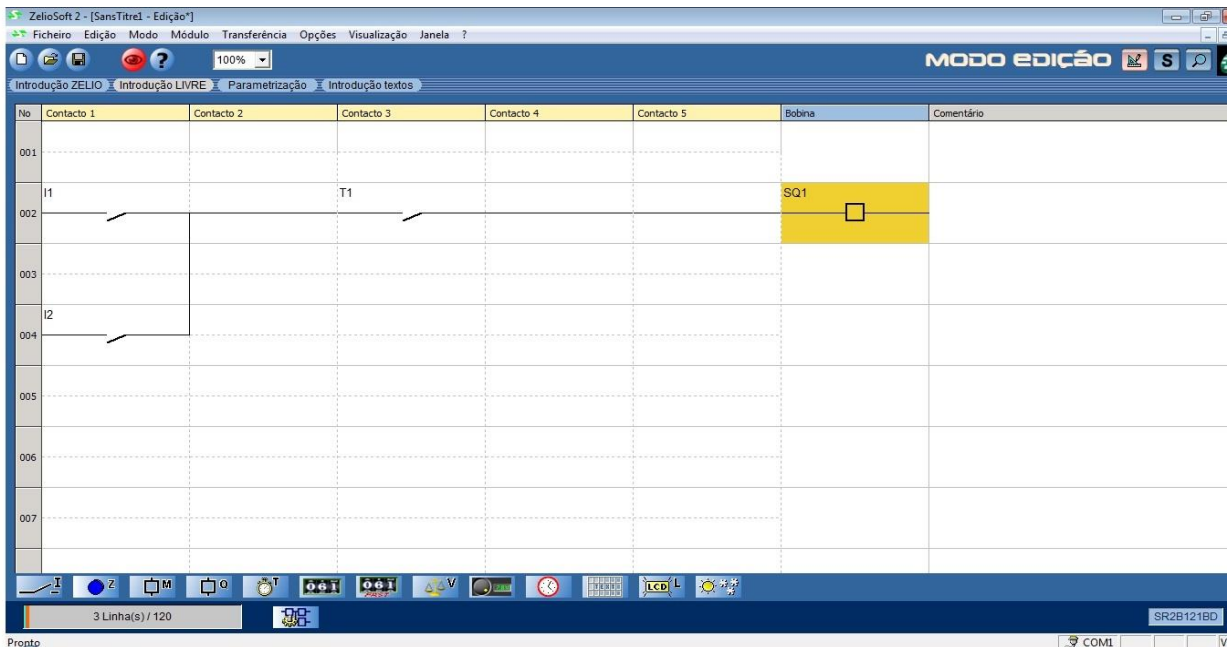


Figura 9 - Programação em linguagem Ladder no software Zelio Soft
 Fonte: Autoria própria.

Entradas:

Foram utilizadas 6 das 8 entradas disponíveis do relé programável, tais quais são:

I1 – Sensor para posicionamento de despejo de alimento;

I2 – Sensor fim de curso para a posição CAIXA 5 do alimentador;

I3 – Sensor fim de curso para a posição CAIXA 1 do alimentador;

I4 – Sensor de nível de comida na cuba de alimentação;

I5 – Botão liga/desliga para inicializar contagem de tempo;

I6 – Botão de emergência para desativar saídas Q1, Q2 e Q3;

Saídas:

Foram utilizadas as 4 saídas disponíveis do relé programável, tais quais são:

Q1- Acionamento do motor de posicionamento em sentido horário;

Q2 - Acionamento do motor de posicionamento em sentido anti-horário;

Q3 – Acionamento do motor dosador de alimento;

Q4 – Acionamento para alerta de falha na movimentação de motor de posicionamento ou de ausência de alimento na cuba de alimentação;

Botões Digitais:

Foram utilizados 3 dos 4 botões disponíveis para configuração no *display* do relé programável;

Z1- Para entrar nas configurações das 5 Caixas;

Z2- Para desativar o abastecimento nas caixas, quando estão em sua tela de configuração;

Z3- Para ativar o abastecimento nas caixas, quando estão em sua tela de configuração;

Display LCD

Ao energizar o relé programável, aparecerá a mensagem CONTROLADOR DE ALIMENTOS, 1 OPÇÕES, conforme mostra a figura 10.



Figura 10 - Imagem inicial no display LCD
Fonte: Autoria própria.

Ao pressionar a tecla Z1, o operador entrará no modo de configuração da CAIXA 1, conforme figura 11:

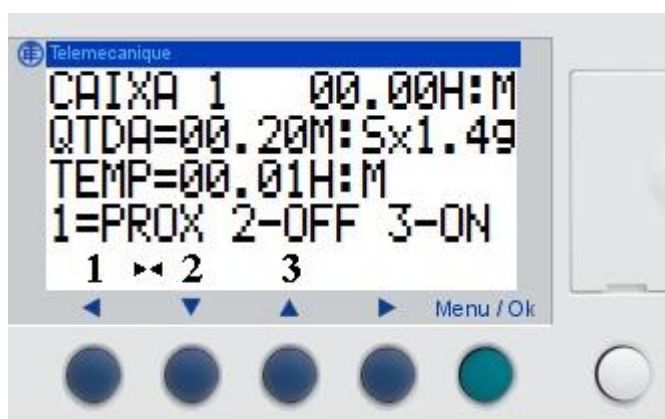


Figura 11 - Imagem de instrução para abastecimento no display LCD
Fonte: autoria própria.

O primeiro horário mostrado, ao lado de CAIXA 1, mostrará ao operador quanto tempo já se passou até atingir o tempo da alimentação do animal.

Ao lado de QTDA, verificará a quantidade pré-ajustada de comida a ser despejada;

Ao lado de TEMP, verificará em quanto tempo irá ser fornecido alimento ao animal, poderá ser ajustado em Hora/Minuto;

Se pressionado a tecla Z1, modificará para CAIXA 2 e assim sucessivamente para cada toque até a CAIXA 5 e depois para tela inicial;

Se pressionado a tecla Z2, desativará o fornecimento de alimento para a caixa que aparece na imagem;

Se pressionado a tecla Z3, ativará o fornecimento de alimento para a caixa que aparece na imagem;

Para modificar a quantidade de alimento da Caixa, deverá ser pressionado o botão branco ao lado de Menu/Ok e mantê-lo pressionado, conforme figura 12.

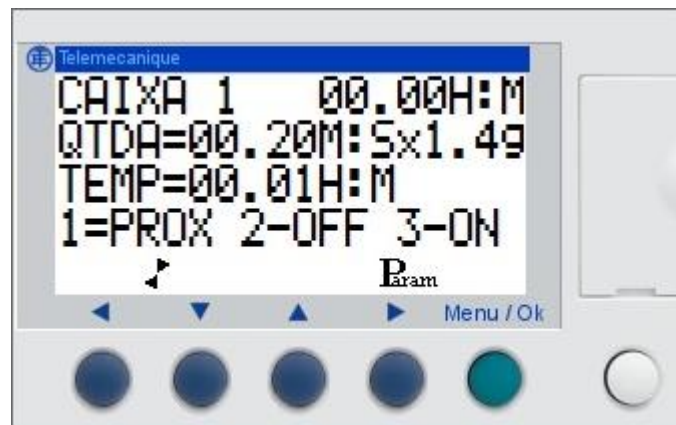


Figura 12 - Imagem de instrução de opção no display LCD
Fonte: autoria própria.

Ao deixar pressionado a tecla branca, verificará escrito “Param” acima de Z4 e após pressionado a tecla Z4 aparecerá escrito acima “Prog”. Ver figura 13.

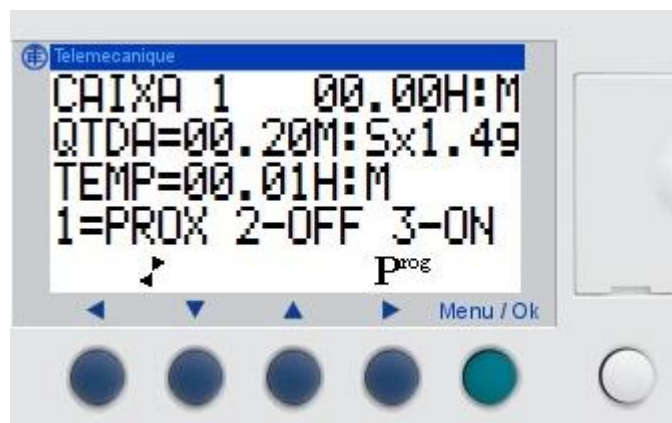


Figura 13 - Imagem de instrução de opção no display LCD
Fonte: Autoria própria.

Ao liberar Z4, logo após aparecer a palavra “Prog”, o operador poderá modificar a quantidade de alimento a ser despejada na CAIXA e modificar a cada quanto tempo deseja-se que o alimento seja despejado, com os botões Z1, Z2, Z3 e Z4. Após isso o botão Menu/OK deverá ser pressionado para confirmação de alteração de dados. Depois, pressiona-se Z3 para ativação. Caso queira desativar o acionamento na Caixa, basta pressionar Z2. Logo após, caso desejar ver as configurações das demais caixas, pressiona-se o botão Z1 sucessivamente que terá acesso às configurações dos demais reservatórios.

4.3.1 Funcionamento do Programa

Ao energizar o relé programável, o motor buscará obrigatoriamente a posição inicial, que se localiza na Caixa número 1. Ao chegar nessa posição, haverá um sensor que ao detectar a presença do posicionamento para despejo de comida, forçará o número zero para o contador e desligará a saída Q2, responsável pela movimentação em sentido anti horário do motor de posicionamento. Sempre ao chegar na posição inicial, o contador que identifica a posição da cuba de despejo se tornará zero forçadamente, para evitar qualquer tipo de erro acumulado durante os processos. Caso não tenha nenhuma ação a se fazer para despejo de alimento, o motor sempre buscará a posição inicial.

Entrando nas opções do *display*, como escrito anteriormente, poderá ser feitas as configurações referentes ao tempo que cada reservatório receberá comida

e a quantidade, cabendo ao operador ativar ou desativar o fornecimento de alimento de cada reservatório.

A chave liga e desliga do painel ativar a contagem dos tempos desejados configurados e acenderá um indicador luminoso de forma contínua do painel de cor verde no momento em que os motores ligarem para execução de uma tarefa. Caso desligar a chave, os tempos para despejo de alimento zeram novamente, e o programa busca a posição inicial da máquina automaticamente. Poderá ser desativada e ativada as funções de cada caixa através do *display* do relé programável a qualquer hora.

O botão de emergência serve para desativar todas as saídas do relé programável, exceto a saída para alarme Q4, parando a máquina por completo. Ao soltar o botão, a programação imposta volta ao normal do mesmo modo anterior ao acionamento do botão.

O posicionamento de despejo em cada cuba de alimentação é feito através de um sensor indutivo, para identificar o posicionamento correto para as posições 2,3 e 4. Há um parafuso localizado em cada uma dessas caixas, para o sensor indutivo detectar o posicionamento correto para despejo de alimento dessas cubas. Para as Caixas 1 e 5, chaves final de curso são utilizadas para posicionamento de despejo e dando a máquina seu limite de movimentação. O relé programável a partir de acréscimo e decréscimo em um contador interno identificará em qual posição a cuba de alimento estará passando.

Haverá um sistema de segurança caso não haja alimento na cuba de alimentação. Se faltar alimento, um sensor fotoelétrico detectará a ausência de comida. Isso fará acionar no painel outro indicador luminoso de cor vermelha de forma não contínua, piscando a cada segundo. Se o motor de deslocamento da cuba travar em alguma posição ou durante o percurso, o mesmo indicador luminoso vermelho ficará ligado de forma contínua.

4.4 ELABORAÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO

O projeto elétrico foi elaborado para cumprir aos seguintes requisitos:

- Tensão de Alimentação: 127 V_{AC} / 60 Hz Monofásico;

- Tensão de funcionamento do circuito de comando com a utilização do relé programável Zelio: 24 V_{DC};

Para a movimentação do eixo principal e da rosca dosadora de alimento, foram utilizados dois motores 127 V_{AC} com caixa de redução embutida e velocidade nominal de 5 RPM. A escolha destes motores se deu pela praticidade de acionamento e pela conveniência de eles operarem em baixa rotação, pois o projeto mecânico foi desenvolvido para ser operado em velocidade baixa e constante. O motor de acionamento do eixo principal é apresentado na figura 14.



Figura 14 - Motor de acionamento do eixo principal
Fonte: Autoria Própria.

O mapeamento da localização do mecanismo de dosagem é feito por um sensor indutivo NPN a três fios mostrado na figura 15, localizado no próprio mecanismo, e que funciona de maneira similar a um encoder incremental, com o detalhe de que é incrementado o valor do número de coxos ao invés de se mapear a rotação do motor. Foram instaladas duas chaves fim de curso, figura 16, nas extremidades do eixo principal, a fim de evitar a colisão do mecanismo de dosagem, caso ocorra uma eventual falha no sensor indutivo. Toda vez que o sistema for inicializado, o mecanismo se deslocará para a esquerda até encostar-se a chave fim de curso da esquerda, sendo este ponto a posição zero do mecanismo.



Figura 15 – Detalhe sensor indutivo
Fonte: Autoria Própria.

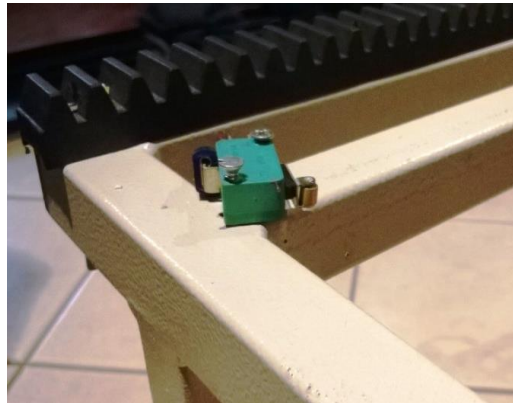


Figura 16 – Detalhe Sensor Fim de Curso
Fonte: Autoria Própria.

A identificação de presença de alimento é feita por um sensor ultrassônico NPN a três fios, posicionado na parte superior do depósito. Este sensor envia um sinal ao controle toda vez que o nível de alimento estiver abaixo do mínimo estabelecido.

A figura 17 mostra a fotografia da *interface* usuário-sistema. Os componentes utilizados como interface entre o usuário e o sistema de controle são:

- Uma chave seletora de duas posições que liga todo o circuito de comando;
- Uma chave seletora de duas posições, que na posição “1” inicia o ciclo de alimentação;
- Um botão de emergência com trava, que quando pressionado interrompe imediatamente todo o ciclo de alimentação;
- Um indicador luminoso verde, que indica que o ciclo de alimentação está ativo;

- Um indicador luminoso vermelho, que indica que o ciclo de alimentação foi interrompido através do botão de emergência ou da chave seletora que inicia o ciclo;

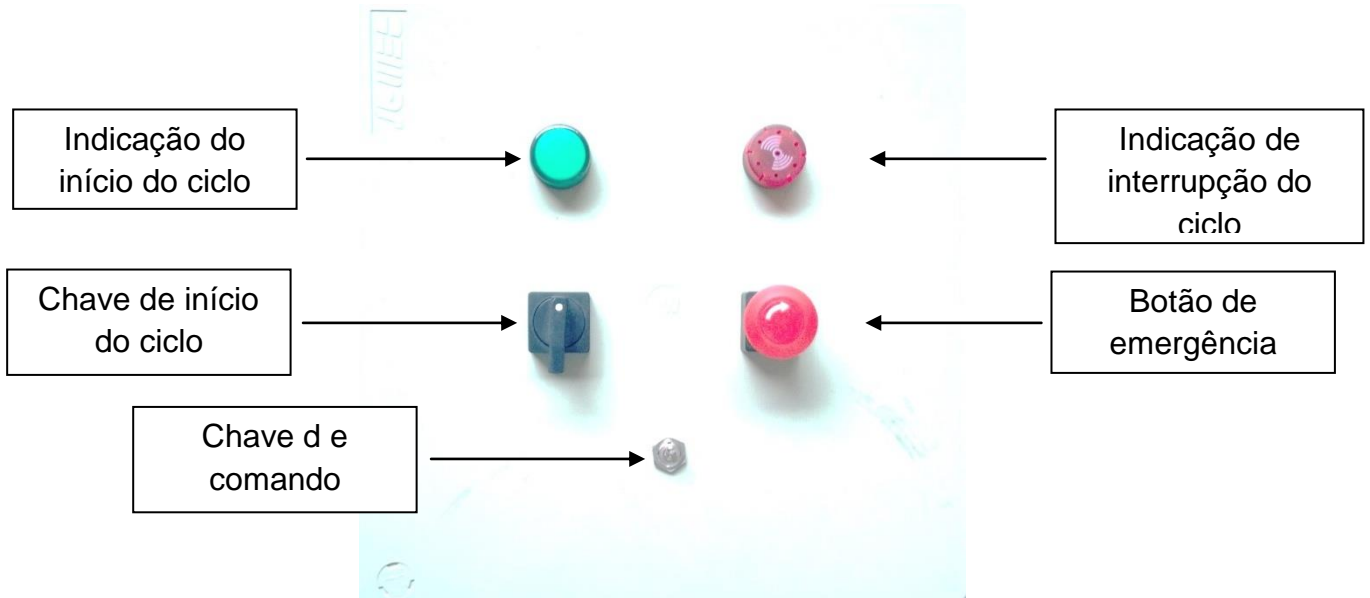


Figura 17 – Interface usuário-sistema
Fonte: Autoria Própria.

Como a alimentação do relé programável Zelio é 24 V_{DC} , optou-se pela elaboração de todo o circuito de comando em 24 V_{DC} , e para isso foi utilizada uma fonte $24\text{ V}_{\text{DC}}/2\text{ A}$. A fonte basicamente alimenta o relé, os sensores e os acopladores de acionamento dos motores. A figura 18 mostra a foto da montagem contendo o relé programável, a fonte de alimentação e o disjuntor do sistema.



Figura 18 – Montagem contendo o relé programável, a fonte e o disjuntor.
Fonte: Autoria Própria

Quanto aos dispositivos de proteção do circuito, foi usado um disjuntor monofásico de 4 A para proteger o cabeamento de comando, e outros dois disjuntores de 4 A exercem a função de proteger o cabeamento dos motores. Além

disso, foram inseridos três acopladores, sendo que estes recebem o sinal de 24 V_{DC} do relé e acionam os motores a 127 V_{AC}. Para proteção dos motores, foram instalados dois fusíveis de vidro de 5 A / 20 mm, mostrados na figura 19.



Figura 19 – Disjuntores
Fonte: Autoria Própria

O cabeamento do circuito elétrico foi desenvolvido seguindo a norma NBR 5410, sendo que o circuito de comando utilizou cabos com secção nominal de 1 mm² e o circuito de potência utilizou cabos de 2,5 mm². As cores estabelecidas para os condutores são descritas no quadro 1:

Função no circuito	Cor
Fase 127 V	Vermelha
Neutro 127 V	Azul clara
+24 V corrente contínua	Marrom
0 V corrente contínua	Azul escura
Alimentação do motor	Preta

Quadro 1 – Identificação dos Condutores
Fonte: Autoria Própria

O circuito elétrico completo é apresentado na figura 20.

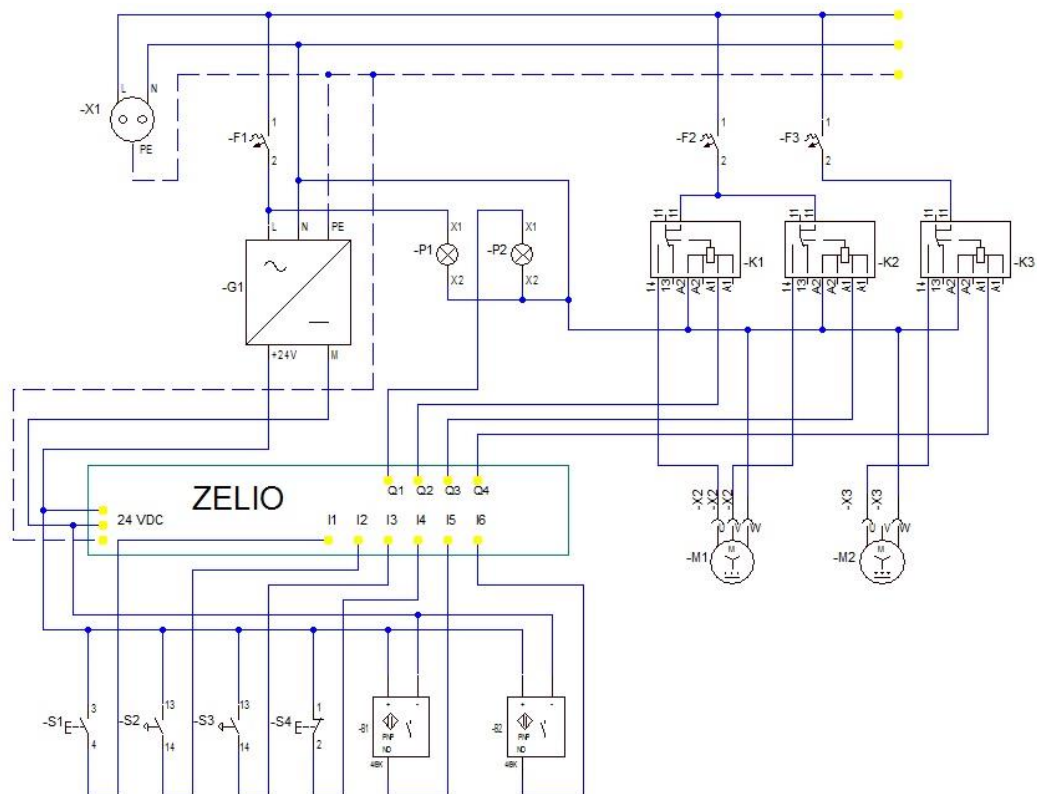


Figura 20 – Circuito elétrico
Fonte: Autoria Própria.

O quadro 2 descreve cada componente e sua função dentro do circuito

Símbolo	Componente	Função no circuito
X1	Tomada de energia	Alimentação de energia geral do equipamento
F1	Disjuntor	Proteção do circuito de comando
F2	Disjuntor	Proteção do circuito de acionamento do motor M1 (movimentação)
F3	Disjuntor	Proteção do circuito de acionamento do motor M2 (dosagem de alimento)
G1	Fonte 24 VDC	Alimentação do circuito de comando
K1	Relé	Acionamento do motor M1 sentido horário
K2	Relé	Acionamento do motor M1 no sentido anti-horário
K3	Relé	Acionamento do motor M2 no sentido horário
P1	Indicador luminoso verde	Indicação de ciclo de alimentação ativo
P2	Indicador luminoso vermelho	Indicação de interrupção no ciclo
S1	Chave seletora duas posições	Comando para início do ciclo
S2	Chave fim de curso	Mapeamento do mecanismo na posição 5
S3	Chave fim de curso	Mapeamento do mecanismo na posição 1
S4	Botão de emergência	Comando para interrupção imediata do ciclo
S5	Sensor indutivo	Mapeamento do mecanismo nas posições intermediárias
S6	Sensor fotoelétrico	Deteção de nível mínimo de alimento na cuba

Quadro 2 – Descrição do circuito elétrico
Fonte: Autoria Própria

4.5 EQUIPAMENTO EM OPERAÇÃO

Foram feitas 6 medições para se descobrir a média por minuto de alimento despejado nas cubas. Logicamente, o peso mudará de acordo com o alimento que será consumido pelo animal. Após as medições foi constatado que para o tipo de alimento utilizado, em 1 minuto a quantidade média de despejo é de 84 g. A figura 21 mostra o equipamento montado antes dos testes.



Figura 21 – Equipamento montado
Fonte: Autorial Própria

A figura 22 mostra o aspecto da cuba de um dos reservatórios, após 1 minuto de despejo do alimento para verificação de dosagem.

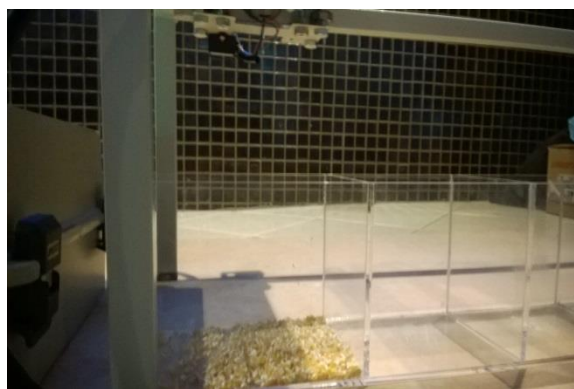


Figura 22 – Cuba após 1 minuto de preenchimento
Fonte: Autorial Própria

Para o teste de operação do dispositivo a configuração foi feita da seguinte maneira:

- Caixa 1: Tempo de dosagem de 1 minuto. Intervalo de dosagem de 3 minutos.
- Caixa 2: Tempo de dosagem de 1 minuto. Intervalo de dosagem de 3 minutos.

- Caixa 3: Tempo de dosagem de 0,15 minuto. Intervalo de dosagem de 3 minutos.
- Caixa 4: Tempo de dosagem de 0,1 minuto. Intervalo de dosagem de 3 minutos.
- Caixa 5: Tempo de dosagem de 0,15 minuto. Intervalo de dosagem de 3 minutos.

A figura 23 apresenta o equipamento em funcionamento.



Figura 23 – Equipamento em funcionamento
Fonte: Autoria Própria

Na figura 24 observam-se os compartimentos com alimento após 6 minutos, completando dois ciclos de dosagem em cada compartimento.



Figura 24 – Compartimentos após a dosagem
Fonte: Autoria Própria

Na figura 25 pode se observar da esquerda para a direita, os compartimentos de 1 a 5 com suas respectivas proporções de alimento, após dois ciclos completos, conforme configurado.



Figura 25 – Compartimentos após a dosagem
Fonte: Autoria Própria

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi desenvolvido um modelo genérico para a automatização na alimentação de animais de grande porte, tratados sob o regime de confinamento. Foi possível perceber que há uma grande quantidade de variáveis influenciando no desenvolvimento deste sistema. Essas variáveis podem ser na quantidade de animais a alimentar, ambiente e local a ser instalado ou até mesmo o próprio alimento a ser fornecido, entre outros.

Podemos afirmar que o objetivo inicial, de redução de custos e mão de obra no processo, foi alcançado. O sistema exige pouca intervenção humana, bastando apenas a configuração inicial e abastecimento da cuba principal. Além de eficiência do processo, o protótipo pode gerar um benefício para própria nutrição do animal, pois cada um pode ter seu intervalo de tempo e quantidade de alimento adequado de acordo com sua condição e necessidade, situações que hoje exigem um grande controle e estão muito mais suscetíveis a erro.

A precisão na dosagem do alimento pode ser destacada como um grande ponto, isso ficou claro durante as medições que variou em poucas gramas. Porém a capacidade de abastecimento é um ponto a ser melhorado, para isso, o parafuso-sem-fim e o motor de dosagem devem ser redimensionados.

A programação através do relé programável Zelio, provou-se eficiente para elaboração do projeto, porém em modos comerciais não seria o ideal, devido as suas limitações de programação, tais como a falta de conversão de variáveis Word para determinar de forma mais clara a quantidade de comida a ser despejada. Sua interface IHM é muito limitada e pouco clara para quem nunca utilizou o equipamento. Alguns dados de monitoramento não são passíveis de programação para visualização em sua IHM. O indicado a ser utilizado para formas de comercialização seria um CLP com maiores funções e uma IHM, esse podendo ser substituído por um sistema de supervisor, como o Elipse, por exemplo.

REFERÊNCIAS

- BRENNAN, RICHARD P. **Gigantes da Física**. Rio de Janeiro: Zahar, 2000.
- GEORGINI, Marcelo. **Automação Aplicada: Descrição e Implementação de Sistemas Sequenciais com PLCs**. 4. ed. São Paulo: Érica, 2003.
- GIDO, Jack; CLEMENTS, James P. **Gestão de Projetos**. São Paulo: Thomson, 2007.
- INTITUTO NEWTON C. BRAGA. **Curto Circuito, Fusíveis e Disjuntores**. Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br>>
- MARCUS REPRESENTAÇÕES. **Relés Programáveis CLIC 02**. Disponível em: <<http://www.motoreletrico.net>>. Acesso em: 05 abr. 2014.
- MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas Industriais**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.
- MELCONIAN, Sarkis. **Elementos de Máquinas**. 3. Ed. São Paulo: Érica, 2002.
- NAHVI, Mahmood; EDMINISTE, Joseph A. **Teorias e Problemas De Circuitos Elétricos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- NORTON, Robert L. **Projeto de Máquinas: uma abordagem integrada**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2004.
- OLIVEIRA, Dimas E. **Aspectos Sobre Nutrição e Alimentação de Equinos**. Disponível em: <<http://www.uff.br/webvideoquest/CL/artigo1.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2013.
- PACIEVITCH, Thais. **Infoescola**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com>>. Acesso em: 07 jan. 2014.
- RENOVOLTECH SOLUÇÕES ELÉTRICAS. **Microcontroladores Programáveis**. Disponível em: <<http://www.renovoltech.com.br>>. Acesso em: 03 fev. 2014.
- ROCKWELLAUTOMATION. **Sensores Fotoelétricos**. Disponível em: <<http://www.rockwellautomation.com>>. Acesso em: 23 jan. 2014.
- ROSÁRIO, João Maurício. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

APÊNDICE A – VARIÁVEIS UTILIZADAS NO RELÉ

ENTRADAS DIGITAIS

I1 – SENSOR INDUTIVO – MOVIMENTO Q1/Q2
I2 – SENSOR FIM DE CURSO CAIXA 5
I3 – SENSOR FIM DE CURSO CAIXA 1
I4 – SENSOR NÍVEL DE COMIDA
IB- BOTÃO LIGA E DESLIGA
IC – BOTÃO EMERGÊNCIA

TECLAS Zx

Z1 – BOTÃO OPÇÕES
Z2 – BOTÃO NÃO
Z3 – BOTÃO SIM

RELÉS AUXILIARES

M1 – MEMÓRIA CAIXA 1
M2 – MEMÓRIA CAIXA 2
M3 – MEMÓRIA CAIXA 3
M4 – MEMÓRIA CAIXA 4
M5- MEMÓRIA CAIXA 5
M6 - MEMÓRIA ATIVAÇÃO MOTOR Q1
M7 –MEMÓRIA CAIXA 1 OK QUANTIDADE
M8 – MEMÓRIA CAIXA 2 OK QUANTIDADE
M9 – MEMÓRIA CAIXA 3 OK QUANTIDADE
MA- MEMÓRIA CAIXA 4 OK QUANTIDADE
MB- MEMÓRIA CAIXA 5 OK QUANTIDADE
MC- MEMÓRIA ATIVAÇÃO Q2
MD- MEMÓRIA IMAGEM 1
ME- MEMÓRIA IMAGEM 2
MF- MEMÓRIA IMAGEM 3
MG- MEMÓRIA IMAGEM 4
MH- MEMÓRIA IMAGEM 5
MJ- MEMÓRIA DESLIGA DISPLAY CAIXA 1
MK - MEMÓRIA DESLIGA DISPLAY CAIXA 2
ML- MEMÓRIA DESLIGA DISPLAY CAIXA 3
MN- MEMÓRIA DESLIGA DISPLAY CAIXA 4
MP - MEMÓRIA DESLIGA DISPLAY CAIXA 5

SAÍDAS DIGITAIS

Q1- MOTOR SENTIDO HORÁRIO
Q2- MOTOR SENTIDO ANTI-HORÁRIO
Q3- MOTOR QUANTIDADE DE COMIDA
Q4 – EMERGÊNCIA

TEMPORIZADORES

T1- QUANTIDADE DE COMIDA CAIXA 1
T2- QUANTIDADE DE COMIDA CAIXA 2
T3- QUANTIDADE DE COMIDA CAIXA 3
T4- QUANTIDADE DE COMIDA CAIXA 4
T5- QUANTIDADE DE COMIDA CAIXA 5
T6- TEMPORIZADOR DE FALHA Q1/Q2
T7- TEMPORIZADOR DE FALHA Q1/Q2
T8 – TEMPORIZADOR CAIXA 1
T9 - TEMPORIZADOR CAIXA 2
TA - TEMPORIZADOR CAIXA 3
TB- TEMPORIZADOR CAIXA 4
TC- TEMPORIZADOR CAIXA 5
TD- TEMPORIZADOR PARA PISCAR SINAL LUMINOSO
PARA AUSENCIA DE COMIDA

CONTADORES

C1- CONTADOR POSICIONAMENTO
C2- CONTADOR IMAGEM 1
C3- CONTADOR IMAGEM 2
C4- CONTADOR IMAGEM 3
C5- CONTADOR IMAGEM 4
C6- CONTADOR IMAGEM 5
C7- CONTADOR IMAGEM INICIAL

COMPARADORES DE CONTADORES:

V1- POSIÇÃO CAIXA 1
V2- POSIÇÃO CAIXA 2
V3- POSIÇÃO CAIXA 3
V4- POSIÇÃO CAIXA 4
V5- POSIÇÃO CAIXA 5
V6- COMPARADOR PARA SABER SE CONTADOR ATINGIU
VALOR 0
V7 – COMPARADOR PARA SABER SE CONTADOR ATINGIU
VALOR 4

TEXTOS DE IMAGEM

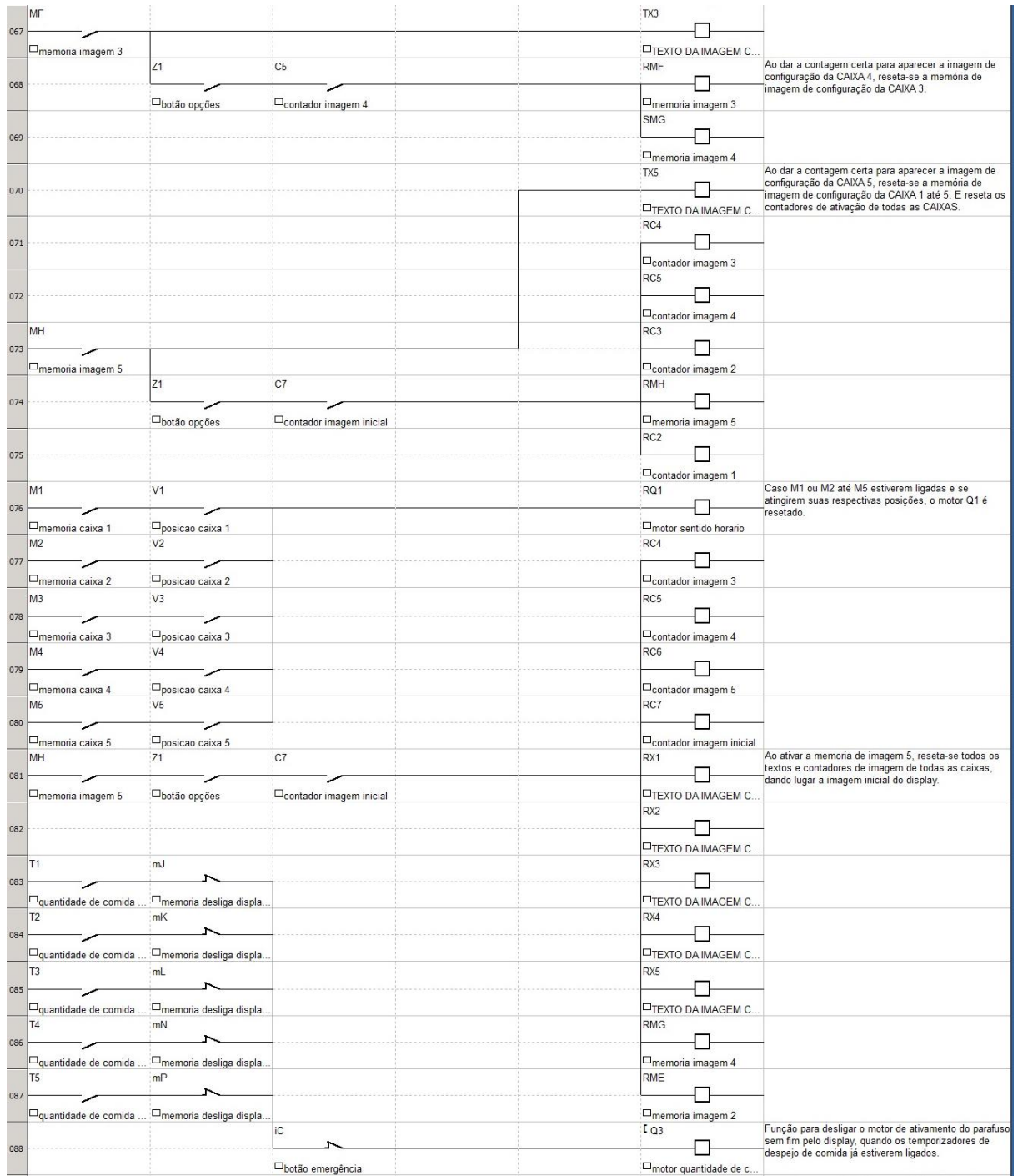
- X1- TEXTO DA IMAGEM CAIXA 1
- X2- TEXTO DA IMAGEM CAIXA 2
- X3- TEXTO DA IMAGEM CAIXA 3
- X4 – TEXTO DA IMAGEM CAIXA 4
- X5- TEXTO DA IMAGEM CAIXA 5
- X6- TEXTO DA IMAGEM INICIAL

APÊNDICE B – PROGRAMAÇÃO EM LADDER

001	I1					CC1	<input type="checkbox"/>	Sensor indutivo utilizado para incrementar ou decrementar o contador CC1, conforme a posição em que o sensor se encontra
	<input type="checkbox"/> sensor indutivo - movim...						<input checked="" type="checkbox"/>	
002	T8					SM1	<input type="checkbox"/>	Temporizador para monitorar de quanto em quanto tempo será despejado alimento na Caixa 1. Ao ativar M1, será desempenhada a tarefa de posicionar a cuba de alimento até a Caixa 1.
	<input type="checkbox"/> temporizador caixa 1						<input type="checkbox"/>	
003	T9					SM2	<input type="checkbox"/>	Temporizador para monitorar de quanto em quanto tempo será despejado alimento na Caixa 2. Ao ativar M2, será desempenhada a tarefa de posicionar a cuba de alimento até a Caixa 2.
	<input type="checkbox"/> temporizador caixa 2						<input type="checkbox"/>	
004	TA					SM3	<input type="checkbox"/>	Temporizador para monitorar de quanto em quanto tempo será despejado alimento na Caixa 3. Ao ativar M3, será desempenhada a tarefa de posicionar a cuba de alimento até a Caixa 3.
	<input type="checkbox"/> temporizador caixa 3						<input type="checkbox"/>	
005	TB					SM4	<input type="checkbox"/>	Temporizador para monitorar de quanto em quanto tempo será despejado alimento na Caixa 4. Ao ativar M4, será desempenhada a tarefa de posicionar a cuba de alimento até a Caixa 4.
	<input type="checkbox"/> temporizador caixa 4						<input type="checkbox"/>	
006	TC					SM5	<input type="checkbox"/>	Temporizador para monitorar de quanto em quanto tempo será despejado alimento na Caixa 5. Ao ativar M5, será desempenhada a tarefa de posicionar a cuba de alimento até a Caixa 5.
	<input type="checkbox"/> temporizador caixa 5						<input type="checkbox"/>	
007	M6		q3	iC	i2	Q1	<input type="checkbox"/>	M6 para ativação do motor em sentido horário Q1.
	<input type="checkbox"/> memoria ativacao moto...		<input type="checkbox"/> motor quantidade de c...	<input type="checkbox"/> botão emergência	<input type="checkbox"/> sensor fim de curso cai...		<input type="checkbox"/>	
008	M8		i2			RM2	<input type="checkbox"/>	Esquema para resetar a M2 e M8. Quando a cuba de alimentos da CAIXA 2 for preenchida, reseta-se M2 e M8. M2 só será acionada novamente quando a temporização de T9 for acionada.
	<input type="checkbox"/> memoria caixa 2 ok qu...		<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...				<input type="checkbox"/>	
009	iB					RM8	<input type="checkbox"/>	O botão Liga e Desliga (iB) do painel ou a memória MK, relacionada com e acionada somente no display do relé programável, poderá desligar a função de M2.
	<input type="checkbox"/> botão liga e desliga						<input type="checkbox"/>	
010	MK						<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/> memoria desliga displa...						<input type="checkbox"/>	
011	iB					RQ3	<input type="checkbox"/>	O botão Liga e Desliga (iB) reseta a saída Q3, relacionada ao acionamento do motor que faz girar o parafuso sem fim, para derramar os alimentos sobre a cuba das caixas 1 até 5.
	<input type="checkbox"/> botão liga e desliga						<input type="checkbox"/>	
012								
013	M1	V1		mC		TT1	<input type="checkbox"/>	M1 quando executada e chega na posição para despejo da CAIXA 1, ativa o TEMPORIZADOR T1, para determinar a quantidade de comida a ser despejada. T1 configurável pelo display.
	<input type="checkbox"/> memoria caixa 1	<input type="checkbox"/> posicao caixa 1		<input type="checkbox"/> memoria ativação Q2			<input type="checkbox"/>	
014	M2	V2				TT2	<input type="checkbox"/>	M2 quando executada e chega na posição para despejo da CAIXA 2, ativa o TEMPORIZADOR T2, para determinar a quantidade de comida a ser despejada. T2 configurável pelo display.
	<input type="checkbox"/> memoria caixa 2	<input type="checkbox"/> posicao caixa 2					<input type="checkbox"/>	
015	M3	V3				TT3	<input type="checkbox"/>	M3 quando executada e chega na posição para despejo da CAIXA 3, ativa o TEMPORIZADOR T3, para determinar a quantidade de comida a ser despejada. T3 configurável pelo display.
	<input type="checkbox"/> memoria caixa 3	<input type="checkbox"/> posicao caixa 3					<input type="checkbox"/>	
016	M4	V4				TT4	<input type="checkbox"/>	M4 quando executada e chega na posição para despejo da CAIXA 4, ativa o TEMPORIZADOR T4, para determinar a quantidade de comida a ser despejada. T4 configurável pelo display.
	<input type="checkbox"/> memoria caixa 4	<input type="checkbox"/> posicao caixa 4					<input type="checkbox"/>	
017	M5	V5				TT5	<input type="checkbox"/>	M5 quando executada e chega na posição para despejo da CAIXA 5, ativa o TEMPORIZADOR T5, para determinar a quantidade de comida a ser despejada. T5 configurável pelo display.
	<input type="checkbox"/> memoria caixa 5	<input type="checkbox"/> posicao caixa 5					<input type="checkbox"/>	
018	T1					SM7	<input type="checkbox"/>	Quando o temporização de T1, relacionada a rotação do parafuso sem fim para despejo de comida, chegar em 0. Ativar a memória M7, relacionada para dar Ok a alimentação da CAIXA 1.
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...						<input type="checkbox"/>	
019	T2					SM8	<input type="checkbox"/>	Quando o temporização de T2, relacionada a rotação do parafuso sem fim para despejo de comida, chegar em 0. Ativar a memória M8, relacionada para dar Ok a alimentação da CAIXA 2.
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...						<input type="checkbox"/>	
020	T3					SM9	<input type="checkbox"/>	Quando o temporização de T3, relacionada a rotação do parafuso sem fim para despejo de comida, chegar em 0. Ativar a memória M9, relacionada para dar Ok a alimentação da CAIXA 3.
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...						<input type="checkbox"/>	
021	T4					SMA	<input type="checkbox"/>	Quando o temporização de T4, relacionada a rotação do parafuso sem fim para despejo de comida, chegar em 0. Ativar a memória MA, relacionada para dar Ok a alimentação da CAIXA 4.
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...						<input type="checkbox"/>	
022	T5					SMB	<input type="checkbox"/>	Quando o temporização de T5, relacionada a rotação do parafuso sem fim para despejo de comida, chegar em 0. Ativar a memória MB, relacionada para dar Ok a alimentação da CAIXA 5.
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...						<input type="checkbox"/>	

023	M7	t1							RM1		Esquema para resetar a M1 e M7. Quando a cuba de alimentos da CAIXA 1 for preenchida, reseta-se M1 e M7. M1 só será acionada novamente quando a temporização de T8 for acionada.
	<input type="checkbox"/> memória caixa 1 ok qu...	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...							<input type="checkbox"/> memória caixa 1		
	iB								RM7		
024	<input type="checkbox"/> botão liga e desliga								<input type="checkbox"/> memória caixa 1 ok qu...		
	MJ										
025	<input type="checkbox"/> memória desliga displa...										
	iB										
026	<input type="checkbox"/> botão liga e desliga										
	M9	t3							RM3		Esquema para resetar a M3 e M9. Quando a cuba de alimentos da CAIXA 3 for preenchida, reseta-se M3 e M9. M3 só será acionada novamente quando a temporização de TA for acionada.
027	<input type="checkbox"/> memória caixa 3 ok qu...	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...							<input type="checkbox"/> memória caixa 3		
	ML								RM9		
028	<input type="checkbox"/> memória desliga displa...								<input type="checkbox"/> memória caixa 3 ok qu...		
	MP										
029	<input type="checkbox"/> memória desliga displa...										
	iB										
030	<input type="checkbox"/> botão liga e desliga										
	MB	t5							RM5		Esquema para resetar a M5 e MB. Quando a cuba de alimentos da CAIXA 5 for preenchida, reseta-se M5 e MB. M5 só será acionada novamente quando a temporização de TC for acionada.
031	<input type="checkbox"/> memória caixa 5 ok qu...	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...							<input type="checkbox"/> memória caixa 5		
									RMB		
032									<input type="checkbox"/> memória caixa 5 ok qu...		
033	T1								RM6		Quando MC, relacionado a ativação de Q2 e os temporizadores para despejo estiverem ligados. Reseta-se M6, que tem a movimentação de conduzir a cuba de despejo em um único sentido.
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...								<input type="checkbox"/> memória ativação moto...		
034	T2										
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...										
035	T3										
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...										
036	T4										
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...										
037	T5										
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...										
038	MC										
	<input type="checkbox"/> memória ativação Q2										
039	I2	m5		V6					SMC		Para acionar o motor em movimentação anti horária, pela saída Q2. É necessário que seja acionado o sensor de final de curso da CAIXA 5 (I2). Ou que nenhuma tarefa de M1 até M5 seja executada.
	<input type="checkbox"/> sensor fim de curso cai...	<input type="checkbox"/> memória caixa 5		<input type="checkbox"/> comparador para saber...					<input type="checkbox"/> memória ativação Q2		
040	m1	m2	m3	m4	m5						
	<input type="checkbox"/> memória caixa 1	<input type="checkbox"/> memória caixa 2	<input type="checkbox"/> memória caixa 3	<input type="checkbox"/> memória caixa 4	<input type="checkbox"/> memória caixa 5						
041	MC		q3						DC1		Ao acionar o motor para ativação anti-horária, o contador C1, começa a decrementar a cada passagem pelas posições do sensor indutivo.
	<input type="checkbox"/> memória ativação Q2		<input type="checkbox"/> motor quantidade de c...						<input type="checkbox"/>		
042									I Q2		O botão de emergência quando acionado, desliga a saída Q2. Ao desacionar, ele voltará a sua execução normalmente.
									<input type="checkbox"/> botão emergência	<input type="checkbox"/> motor sentido anti-horario	
043	MC		I3						RMC		Quando a memória de acionamento do motor no sentido anti horario chegar no sensor final de curso da CAIXA 1, ela se auto reseta.
	<input type="checkbox"/> memória ativação Q2		<input type="checkbox"/> sensor fim de curso cai...						<input type="checkbox"/> memória ativação Q2		
044	MC		I3						RQ2		Essa função é para resetar Q2. Ao que a memória MC chegar até o final de curso da CAIXA 1 ou quando o motor do parafuso sem fim for acionado.
	<input type="checkbox"/> memória ativação Q2		<input type="checkbox"/> sensor fim de curso cai...						<input type="checkbox"/> motor sentido anti-horario		

045	Q3										
046	<input type="checkbox"/> motor quantidade de c...		I3	V7		RC1	<input type="checkbox"/>				Ao chegar na posição 0 a cuba de alimentos, na posição de despejo da CAIXA 1. O contador de posicionamento é forçado para o valor de 0.
047	<input type="checkbox"/> memoria ativação Q2		<input type="checkbox"/> sensor fim de curso cai...	<input type="checkbox"/> comparador para saber...			<input checked="" type="checkbox"/>	Q4			Para ativação do SINAL DE EMERGENCIA do painel. Isso ocorre quando o motor de deslocamento da cuba trava ou se há ausência de alimento, sensor I4. Nota-se que quando falta alimento ativa-se um temporizador.
048	<input type="checkbox"/> sensor nível de comida		<input type="checkbox"/> temporizador para pisc...				<input type="checkbox"/>	emergencia			Temporizador TD é para ter a função de PISCAR o sinal de emergência na ausência de comida, enquanto para parada de movimentação do motor, o sinal é contínuo.
049	<input type="checkbox"/> temporizador de falha ...										
050	Q1			I1		TT6	<input type="checkbox"/>				Mostrando Q1 e Q2 ao ser acionado eles ativam um temporizador que caso passe de 1 minuto e eles não saem do lugar, acionará um temporizador de falha.
051	<input type="checkbox"/> motor sentido horario			<input type="checkbox"/> sensor indutivo - movim...			<input type="checkbox"/>	temporizador de falha ...			
052	Q2			i1		TT7	<input type="checkbox"/>				
053	<input type="checkbox"/> motor sentido anti-horario			<input type="checkbox"/> sensor indutivo - movim...			<input type="checkbox"/>	temporizador de falha ...			
054	MG					TX4	<input type="checkbox"/>				Acesso a memoria de TEXTO do DISPLAY, para configuração da CAIXA 4. O contador C6 é para o programa saber a cada quantos cliques em z1 aparecerá a imagem de configuração da CAIXA 5.
055	<input type="checkbox"/> memoria imagem 4		Z1	C6		RMG	<input type="checkbox"/>	TEXTO DA IMAGEM C...			Caso acionar o contador da CAIXA 5, muda-se a imagem de configuração da CAIXA 4 para a 5. Resetando a memória de ativação da imagem de configuração da CAIXA 4.
056			<input type="checkbox"/> botão opções	<input type="checkbox"/> contador imagem 5			<input type="checkbox"/>	memoria imagem 4			
057							<input type="checkbox"/>	SMH			
058							<input type="checkbox"/>	memoria imagem 5			
059							<input type="checkbox"/>	TL1			O tempo todo enquanto estiver ligado o display, o sinal luminoso do display estará ligado para melhor visualização.
060							<input type="checkbox"/>	LUMINAÇÃO DISPLAY			
061	Z1		C2			SMD	<input type="checkbox"/>				Ao apertar o botão Z1, caso estiver na contagem certa de números de cliques em z1. Aparecerá a memória para configuração da CAIXA 1.
062	<input type="checkbox"/> botão opções		<input type="checkbox"/> contador imagem 1				<input type="checkbox"/>	memoria imagem 1			
063	MD					TX1	<input type="checkbox"/>				
064	<input type="checkbox"/> memoria imagem 1		Z1	C3			<input type="checkbox"/>	TEXTO DA IMAGEM C...			Ao dar a contagem certa para aparecer a imagem de configuração da CAIXA 2, reseta-se a memória de imagem de configuração da CAIXA 1.
065			<input type="checkbox"/> botão opções	<input type="checkbox"/> contador imagem 2			<input type="checkbox"/>	RMD			
066							<input type="checkbox"/>	memoria imagem 1			
067							<input type="checkbox"/>	SME			
068							<input type="checkbox"/>	memoria imagem 2			
069	ME					TX2	<input type="checkbox"/>				
070	<input type="checkbox"/> memoria imagem 2		Z1	C4			<input type="checkbox"/>	TEXTO DA IMAGEM C...			Ao dar a contagem certa para aparecer a imagem de configuração da CAIXA 3, reseta-se a memória de imagem de configuração da CAIXA 2.
071			<input type="checkbox"/> botão opções	<input type="checkbox"/> contador imagem 3			<input type="checkbox"/>	RME			
072							<input type="checkbox"/>	memoria imagem 2			
073							<input type="checkbox"/>	SMF			
074							<input type="checkbox"/>	memoria imagem 3			



089	MD		Z3			RMJ	<input type="checkbox"/>	Quando a memória de imagem da CAIXA 1, estiver ligada. Poderá ser ativada ou desativada o fornecimento de alimento para essa caixa.
	<input type="checkbox"/> memória imagem 1		<input type="checkbox"/> botão SIM				<input type="checkbox"/> memória desliga displa...	
090			Z2			SMJ	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/> botão NÃO				<input type="checkbox"/> memória desliga displa...	
091	ME		Z3			RMK	<input type="checkbox"/>	Quando a memória de imagem da CAIXA 2, estiver ligada. Poderá ser ativada ou desativada o fornecimento de alimento para essa caixa.
	<input type="checkbox"/> memória imagem 2		<input type="checkbox"/> botão SIM				<input type="checkbox"/> memória desliga displa...	
092			Z2			SMK	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/> botão NÃO				<input type="checkbox"/> memória desliga displa...	
093	MF		Z3			RML	<input type="checkbox"/>	Quando a memória de imagem da CAIXA 3, estiver ligada. Poderá ser ativada ou desativada o fornecimento de alimento para essa caixa.
	<input type="checkbox"/> memória imagem 3		<input type="checkbox"/> botão SIM				<input type="checkbox"/> memória desliga displa...	
094			Z2			SML	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/> botão NÃO				<input type="checkbox"/> memória desliga displa...	
095	MG		Z3			RMN	<input type="checkbox"/>	Quando a memória de imagem da CAIXA 4, estiver ligada. Poderá ser ativada ou desativada o fornecimento de alimento para essa caixa.
	<input type="checkbox"/> memória imagem 4		<input type="checkbox"/> botão SIM				<input type="checkbox"/> memória desliga displa...	
096			Z2			SMN	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/> botão NÃO				<input type="checkbox"/> memória desliga displa...	
097	MH		Z3			RMP	<input type="checkbox"/>	Quando a memória de imagem da CAIXA 5, estiver ligada. Poderá ser ativada ou desativada o fornecimento de alimento para essa caixa.
	<input type="checkbox"/> memória imagem 5		<input type="checkbox"/> botão SIM				<input type="checkbox"/> memória desliga displa...	
098			Z2			SMP	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/> botão NÃO				<input type="checkbox"/> memória desliga displa...	
099	IB		mJ			TT8	<input type="checkbox"/>	Botão Liga e desliga do painel de controle ao ativado liga todos os temporizadores para alimentação das CAIXAS 1 até 5. Podendo ser desligadas ao acionada suas respectivas memórias.
	<input type="checkbox"/> botão liga e desliga		<input type="checkbox"/> memória desliga displa...				<input type="checkbox"/> temporizador caixa 1	
100	IB		mK			TT9	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/> botão liga e desliga		<input type="checkbox"/> memória desliga displa...				<input type="checkbox"/> temporizador caixa 2	
101	IB		mL			TTA	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/> botão liga e desliga		<input type="checkbox"/> memória desliga displa...				<input type="checkbox"/> temporizador caixa 3	
102	IB		mN			TTB	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/> botão liga e desliga		<input type="checkbox"/> memória desliga displa...				<input type="checkbox"/> temporizador caixa 4	
103	IB		mP			TTC	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/> botão liga e desliga		<input type="checkbox"/> memória desliga displa...				<input type="checkbox"/> temporizador caixa 5	
104	mD	mE	mF	mG	mH	TX6	<input type="checkbox"/>	Caso a memória de imagem da CAIXA 1 até 5 não estiverem sendo acessadas. Aparecerá o texto inicial do relé programável.
	<input type="checkbox"/> memória imagem 1	<input type="checkbox"/> memória imagem 2	<input type="checkbox"/> memória imagem 3	<input type="checkbox"/> memória imagem 4	<input type="checkbox"/> memória imagem 5	<input type="checkbox"/> TEXTO DA IMAGEM IN...		
105	MA	t4				RM4	<input type="checkbox"/>	Esquema para resetar a M4 e MA. Quando a cuba de alimentos da CAIXA 4 for preenchida, reseta-se M4 e MA. M4 só será acionada novamente quando a temporização de TB for acionada.
	<input type="checkbox"/> memória caixa 4 ok qu...	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...					<input type="checkbox"/> memória caixa 4	
106	iB					RMA	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/> botão liga e desliga						<input type="checkbox"/> memória caixa 4 ok qu...	
107	MN							
	<input type="checkbox"/> memória desliga displa...							
108	i4					TTD	<input type="checkbox"/>	Quando falta alimento, identificado pelo sensor com entrada em I4, acionará um temporizador para fazer o sinal luminoso do painel piscar.
	<input type="checkbox"/> sensor nível de comida						<input type="checkbox"/> temporizador para pisc...	
109	T1					RT8	<input type="checkbox"/>	Quando a cuba da CAIXA 1 for preenchida com comida, reseta-se o temporizador T8, para esperar o acionamento da memória M1 até a próxima vez.
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...						<input type="checkbox"/> temporizador caixa 1	
110	T2					RT9	<input type="checkbox"/>	Quando a cuba da CAIXA 2 for preenchida com comida, reseta-se o temporizador T9, para esperar o acionamento da memória M2 até a próxima vez.
	<input type="checkbox"/> quantidade de comida ...						<input type="checkbox"/> temporizador caixa 2	

111	T3 <input type="checkbox"/> quantidade de comida ...	RTA <input type="checkbox"/> temporizador caixa 3	Quando a cuba da CAIXA 3 for preenchida com comida, reseta-se o temporizador TA, para esperar o acionamento da memória M3 até a próxima vez.
112	T4 <input type="checkbox"/> quantidade de comida ...	RTB <input type="checkbox"/> temporizador caixa 4	Quando a cuba da CAIXA 4 for preenchida com comida, reseta-se o temporizador TB, para esperar o acionamento da memória M4 até a próxima vez.
113	T5 <input type="checkbox"/> quantidade de comida ...	RTC <input type="checkbox"/> temporizador caixa 5	Quando a cuba da CAIXA 5 for preenchida com comida, reseta-se o temporizador TC, para esperar o acionamento da memória M5 até a próxima vez.
114		<input type="checkbox"/> M6 <input type="checkbox"/> memoria ativacao moto...	Ao ativar M1 até M5 a memória M6 é ativada até encontrar a posição de despejo da memória ativada.
115	M1 <input type="checkbox"/> memoria caixa 1	CC2 <input type="checkbox"/> contador imagem 1	O botão Z1 ativa com um clique a contagem dos contadores de imagem das CAIXAS, para o display não se perder em qual imagem aparecer ao clicar em Z1.
116	M2 <input type="checkbox"/> memoria caixa 2	CC3 <input type="checkbox"/> contador imagem 2	
117	M3 <input type="checkbox"/> memoria caixa 3	CC4 <input type="checkbox"/> contador imagem 3	
118	M4 <input type="checkbox"/> memoria caixa 4	CC5 <input type="checkbox"/> contador imagem 4	
119	M5 <input type="checkbox"/> memoria caixa 5	CC6 <input type="checkbox"/> contador imagem 5	
120	Z1 <input type="checkbox"/> botão opções	CC7 <input type="checkbox"/> contador imagem inicial	