

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PATO BRANCO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
CURSO DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

**ELTON RICARDO DOS SANTOS
RODRIGO BONKOSKI**

**DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO AUTOMÁTICO PARA CORTE
DE PESCOÇO EM LINHA DE PRODUÇÃO DE PERUS**

**PATO BRANCO
2012**

**ELTON RICARDO DOS SANTOS
RODRIGO BONKOSKI**

**DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO AUTOMÁTICO PARA CORTE
DE PESCOÇO EM LINHA DE PRODUÇÃO DE PERUS**

Trabalho de Diplomação apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica do Paraná Campus Pato Branco.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Luiz Ribas Pessa

**PATO BRANCO
2012**

TERMO DE APROVAÇÃO

ELTON RICARDO DOS SANTOS

RODRIGO BONKOSKI

TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Manutenção Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco, pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dr Sergio Luiz Ribas Pessa.
Orientador

Prof. Dr. Luiz Carlos Martinelli Jr.
Primeiro Membro

Prof. Jean Carlos Silva
Segundo Membro

Pato Branco, 11 de julho de 2012

Dedicamos este trabalho a nossa família e a todos que contribuíram para a realização do mesmo, e também para nosso crescimento pessoal e profissional. Dedicamos também a todos professores que contribuíram para nossa formação acadêmica, a banca e em especial ao nosso orientador Prof. Dr Sergio Luiz Ribas Pessa.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por termos a oportunidade de estudar em uma Universidade Federal.

As nossas famílias, de uma forma especial, pelo apoio nos estudos desde o início.

Aos nossos colegas de classe que sempre nos auxiliaram nos momentos de dúvidas.

A UTFPR e, principalmente a equipe de professores do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial.

Ao nosso orientador, professor Sergio Luiz Ribas Pessa, e a Empresa Sadia.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para realização deste desafio.

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de mostrar os conhecimentos adquiridos ao decorrer do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial na UTFPR, e vendo uma oportunidade diante de um acidente de trabalho ocorrido em uma empresa, foi iniciado um estudo para atender a demanda vivenciada. O processo de corte do pescoço do peru (ave festiva) em uma linha de produção de um frigorífico é realizado via tesoura pneumática operada por funcionários que tem de ser substituídos a cada 30 minutos, diante da condição ergonômica desfavorável da operação. Outro agravante do processo manual se dá diante da diferença de estatura dos operadores e da imprecisão do corte feito manualmente, gerando diferentes alturas no corte. Com este cenário, o trabalho foi desenvolvido na busca e construção de um dispositivo que permitisse a eliminação da exposição dos funcionários ao risco e agregar ritmo e qualidade ao processo produtivo. O resultado foi a construção de um equipamento que atendeu todos os objetivos propostos, resultando em ganho de qualidade e padronização de cortes.

Palavras-chaves: processo de corte, dispositivo pneumático, construção de equipamento

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Sensor óptico reflexível.....	17
Figura 02	Sensor óptico de barreira.....	17
Figura 03	Sensores indutivos.....	18
Figura 04	Atuador linear.....	21
Figura 05	Válvulas.....	22
Figura 06	Estrutura tipo U.....	26
Figura 07	Vista superior do protótipo.....	27
Figura 08	Vista lateral do protótipo.....	27
Figura 09	Controlador lógico programável.....	29
Figura 10	Sensor fotoelétrico.....	29
Figura 11	Válvula Eletropneumática.....	30
Figura 12	Quadro elétrico.....	31
Figura 13	Tesoura manual.....	34
Figura 14	Tesoura automática.....	35
Figura 15	Entrando nos guias.....	37
Figura 16	Entrando na área sensorizada.....	37
Figura 17	Acionamento dos pistões laterais.....	38
Figura 18	Efetuando o corte.....	38
Figura 19	Corte efetuado.....	39

LISTA DE TABELA

Tabela 01	Materiais e composições.....	28
Tabela 02	Entradas e saídas do CLP.....	31
Tabela 03	Comparativo entre o processo manual e automático.....	36
Tabela 04	Relação dos valores investidos.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

CLP – Controlador Lógico Programável.

GTAW – *Gas Tungsten Arc Welding*.

MAG – Metal Ativo Gas.

MIG – Metal Inerte Gas.

mm – Milímetro é uma unidade de medida.

TIG – *Tungstênio Inerte Gás*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVOS.....	11
1.1.1	Objetivo Geral.....	11
1.1.2	Objetivos Específicos.....	11
1.2	JUSTIFICATIVA.....	12
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	12
2	REVISÃO TEÓRICA.....	13
2.1	A AVE PERU.....	13
2.2	AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....	14
2.3	AUTOMAÇÃO POR CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP).....	14
2.4	SENSORES.....	15
2.4.1	Sensores Digitais.....	16
2.4.1.1	Sensores ópticos.....	16
2.4.1.2	Sensor de ruptura de feixe ou de barreira.....	17
2.4.1.3	SENSORES INDUTIVOS.....	18
2.4.1.4	Sensores capacitivos.....	18
2.4.2	Sensores Analógicos.....	19
2.5	PNEUMÁTICA.....	19
2.5.1	Atuadores e Válvulas.....	20
2.5.2	Atuadores Lineares.....	21
2.5.3	Atuadores Rotativos.....	21
2.5.4	Válvulas.....	22
2.6	CONSIDERAÇÕES GERAIS QUANTO A EQUIPAMENTOS A SEGUIR AS NORMAS DO SIF.....	22
3	DESENVOLVIMENTO DO EQUIPAMENTO.....	25
3.1	A FASE DO CORTE DO PESCOÇO E A IDÉIA INICIAL.....	25
3.2	A CONCEPÇÃO DO EQUIPAMENTO.....	25
3.3	ELEMENTOS ELETRÔNICOS UTILIZADOS.....	28
3.3.1	Controlador Lógico Programável.....	28

3.3.2	Sensor Fotoelétrico.....	29
3.3.3	Válvulas Eletropneumáticas e Pistões.....	30
3.3.4	Fonte de Alimentação Circuitos de Proteção e Quadro Elétrico	30
3.4	LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO.....	31
3.5	DESENVOLVIMENTO DA AUTOMAÇÃO.....	32
3.6	DIMENSIONAMENTO DOS CILINDROS PNEUMÁTICOS.....	32
3.6.1	Cálculo de Força do Cilindro da Tesoura.....	32
3.6.2	Consumo de Ar do Cilindro da Tesoura.....	32
3.6.3	Cálculo de Forças dos Cilindros do Controle de Altura.....	32
3.6.4	Consumo de Ar do Cilindro do Controle de Altura.....	32
3.7	DESENVOLVIMENTO DO DISPOSITIVO DE CORTE.....	33
3.7.1	Desenvolvimento da Tesoura.....	34
3.7.2	Processo Manual Versus Processo Automático.....	35
3.7.3	Investimentos e Custos Agregados.....	36
3.8	DETALHES DO FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO.....	37
3.8.1	A Ave Entrando no Equipamento.....	37
3.8.2	A Ave no Campo de Detecção.....	37
3.8.3	Início do Ajuste de Altura.....	38
3.8.4	Equipamento Finalizando o Ciclo.....	38
3.8.5	Conclusão do Ciclo.....	39
4	CONCLUSÕES E RESULTADOS ALCANÇADOS.....	40
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
	ANEXO.....	42

1 INTRODUÇÃO

O foco do trabalho é a automação do processo de corte de pescoço em perus através do desenvolvimento de um dispositivo que proporcione segurança no ambiente de trabalho.

Para desenvolver este dispositivo foi trabalhado em cima das dificuldades de efetuar o corte, da necessidade de padronização do corte evitando tamanhos diferentes, da segurança dos colaboradores no setor, da ampliação da disponibilidade de mão de obra qualificada e treinada para o processo produtivo através do remanejamento da mão de obra.

A ferramenta que proporcionou o atendimento às demandas elencadas, foi a automatização do processo, agilizando a produtividade com aumento da qualidade do produto acabado.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver equipamento automatizado para o processo de corte do pescoço das carcaças de peru.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Padronizar o procedimento de corte através de automação;
- Eliminar o risco de acidente com operadores de tesouras pneumáticas;
- Eliminar o setup existente na troca de operador a cada 30 minutos na operação, e com isto melhorar ritmo de produção;
- Melhorar a qualidade do processo eliminando a presença de saliências do pescoço após o corte que danifiquem a embalagem;
- Desenvolver equipamento com uso dos conhecimentos adquiridos no curso.

1.2 JUSTIFICATIVA

O trabalho surge após um acidente de trabalho numa tesoura manual hidráulica, o problema se apresentou como uma oportunidade de eliminar o risco do processo produtivo na operação de corte de pescoço do peru. O desenvolvimento do equipamento agrega ainda a possibilidade de padronização do processo de corte dos pescoços dos perus, eliminando a presença de saliência do pescoço, que rasga as embalagens, já que o processo manual não tem padrão de altura para o corte.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está montado apresentando no Capítulo 1 a introdução, a justificativa, os objetivos e a estrutura do trabalho. No Capítulo 2 é feita a revisão teórica sobre a tecnologia envolvida e as peculiaridades sobre a ave necessárias ao desenvolvimento, e descrição do frigorífico padrão onde foi desenvolvido o equipamento. No Capítulo 3 é apresentado às etapas de concepção, desenvolvimento e construção do equipamento. No Capítulo 4 é apresentada a conclusão abordando os resultados obtidos, as possibilidades vivenciadas e as oportunidades que se apresentaram a partir deste trabalho.

2 REVISÃO TEÓRICA

Este capítulo inicia abordando a descrição da planta industrial e avança apresentando as peculiaridades sobre a ave peru e conclui revendo as principais teorias necessárias para o desenvolvimento deste trabalho.

A planta industrial onde foi realizado o trabalho fica localizada no sudoeste do Paraná, conta com um quadro funcional de 3.500 funcionários, o setor onde foi desenvolvidos os trabalhos está implantado em uma área de cerca de 2000 m², que conta com:

- Fábrica de Ração – responsável pelo suporte alimentício das aves dos aviários da região.
- Frigorífico de Frangos – responsável pela distribuição de 410.000 frangos diariamente, sendo que a maior parte dessas aves são para exportação.
- Frigorífico de Perus de Corte – abatidas diariamente cerca de 17.000 perus, a jornada no processo é dividida em dois turnos de 09:00 horas, o peso dessas aves podem chegar até 24kg antes de serem evisceradas.
- Frigorífico de Perus Embalados – abate diário de 35.000 perus, sua demanda produtiva inicia no começo de abril e vai até final de novembro, conta com a jornada de dois turnos, o primeiro começa as 03:00 da manhã até 12:00 e o segundo começa as 13:00 finalizando as 22:00, foi nesse departamento que foi desenvolvido o trabalho, as etapas do processo tem inicio nos setores da pendura, sangria, depenagem, evisceração, resfriamento de carcaça e a embalagem primária onde está localizado o dispositivo mais especificamente no setor da nória onde se corta o pescoço da ave para ser embalada.

2.1 A AVE PERU

Peru é o nome comum dado às aves galiformes do gênero *Meleagris* com variantes selvagens e domesticadas, originária das Américas (México e sul dos Estados Unidos). Esta ave viva pesa entre 8 e 10 kg, e limpa pesa entre 4 a 6 quilos, nas aves preparadas para embalagem de corpo inteiro. Nas aves para cortes especiais pode-se trabalhar com carcaças de até 20 quilos.

O pescoço da ave para qual foi desenvolvido o equipamento, tem o diâmetro de até 40 mm, com consistência cartilaginosa que exige um esforço de 1870,10 N.

2.2 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Os sistemas mecânicos, eletromecânicos e computacionais, são utilizados nas indústrias, para operação e controles de processos. O conjunto integrado destes sistemas caracteriza a automação industrial. Vários fatores levam as empresas a aperfeiçoarem seus processos com a automação, e os principais são, (Souza, 2005).

- Redução de custos de pessoal devido à substituição por máquinas;
- Aumento da qualidade dos produtos devido à precisão das máquinas;
- Redução de produtos em estoque devido ao aumento da produtividade;
- Redução de perdas de produtos;
- Diminuição no tempo de fabricação.

No processo de automação, as ações são tomadas a partir de análise de informações colhidas por controladores e realizadas por algoritmos de controle pré-armazenados, em um sistema realimentado, onde as correções são implementadas no decorrer do processo, com base em cálculo e análise das informações armazenadas pelos controladores.

2.3 AUTOMAÇÃO POR CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

Um dos equipamentos mais recomendados no uso da automação de equipamentos e processos industriais no Brasil, o CLP é um equipamento eletrônico programável baseado em microprocessadores e projetado para funcionar em ambientes industriais, podendo controlar desde simples máquinas até automatizar uma planta completa. Seu campo de aplicação chega a ser quase ilimitado e o conhecimento de suas potencialidades torna-se cada vez mais necessária a todos os profissionais envolvidos no planejamento, operação, e manutenção de processos industriais.

A estrutura do CLP é composta por entradas, unidade central de processamento (CPU) e saídas, permite a monitoração contínua do estado da máquina, (ou de seu processo) sob seu controle. É possível ainda o processamento

de dados externos por meio de programa gravado anteriormente na memória, também se adota de uma linguagem de programação tipo *ladder*. Existem outros dispositivos tais como: temporizadores, contadores, sistemas de operações lógicas (se, ou, e, então, faça, liga, desliga), o que o torna extremamente versátil e com possibilidades de ser aplicada em processos industriais de modo econômico, com confiabilidade, facilidade de manutenção e processamento rápido das informações.

As aplicações do CLP, a título de exemplo, vão de automação de máquinas (injetoras de plástico, extrusoras, prensas, plainas, máquinas, impressoras, robôs e manipuladores, câmaras de vácuo, bobinadeiras de motores), a Controle de processos (siderúrgicos, químicos, medição e controle de energia, estufas e secadoras).

2.4 SENSORES

Em um sistema de controle automatizado, temos como principal elemento de controle o CLP, já foi citado anteriormente, associado a ele, temos os dispositivos de campo que tem a função de informar o estado das variáveis do processo para que então seja tomada uma ação, seja desligar uma válvula, um motor ou mesmo manter as saídas inalteradas (THOMAZINI, 2007).

Os sensores são dispositivos que têm a função de informar ao CLP ou a qualquer outro equipamento, a ocorrência de um evento, a mudança de um estado, posição ou variação contínua de uma determinada grandeza. Existem vários tipos de sensores, mas os principais utilizados pela indústria são: sensor de nível, pressão, posição e presença (THOMAZINI, 2007).

Numa indústria, o sensor assume um papel fundamental, substituindo o tradicional monitoramento humano e uma intervenção manual o que pode incorrer em falhas durante o processo produtivo.

Podemos classificar os sensores em dois tipos: sem contato e com contato. Quando a peça precisa ser tocada para ser detectada, usamos os sensores de contato, também conhecido como fim de curso. Quando não há contato físico com o que se deseja detectar, classificamos os sensores como sensores sem contato. Este tipo de sensor evita interferência e tem um tempo de vida útil maior, por conta disso são mais confiáveis e têm uma resposta mais rápida e precisa podendo operar em

processos que necessitam de mais velocidade. Podemos classificar os sensores de contato em sensores digitais ou analógicos.

2.4.1 Sensores Digitais

Um sensor digital pode assumir dois estados apenas, desligado ou ligado. São usados para detectar proximidade de objetos, pulsos de contagem, ou diferença entre materiais. Os sensores digitais são largamente usados nas indústrias por conta da fácil implementação (THOMAZINI, 2007).

Geralmente um sensor digital tem a saída transistorizada, com o transistor operando na região de corte e saturação. O objetivo principal é fazer com que o objeto que se pretende detectar altere o valor da corrente de base do transistor levando o mesmo ao corte ou saturação, dependendo de como foi configurado.

Podemos ainda ter sensores ativos em nível lógico “1” e nível lógico “0”. Quando um sensor é ativo em “1” ou do tipo PNP, a saída irá para o valor de tensão positivo quando estiver atuado. Quando a saída vai para 0V ao sensor ser atuado, dizemos que o mesmo é ativo em “0” ou é do tipo NPN. A corrente de saída de um sensor é relativamente baixa, da ordem de 100mA. Ao ser usado em um circuito eletrônico, deve-se ter cuidado quando a impedância a qual o sensor será ligado o que pode danificar permanentemente o sensor (THOMAZINI, 2007). Os principais tipos de sensores digitais são:

2.4.1.1 Sensores ópticos

Usam a luz para detectar os objetos. Possuem uma fonte de luz denominada de emissor e um receptor que é o sensor propriamente dito. São bastante confiáveis e podem trabalhar em altas taxas de transmissão de dados, pois possuem um baixo tempo de resposta. As fontes de luz operam em um comprimento de onda baixo e são usados diodos emissores de luz para emitir os sinais luminosos. Podemos ter basicamente dois tipos de sensores: de barreira ou reflexão. Sensor de reflexão: a luz incide sobre o material e retorna ao detector. A potência luminosa do sinal refletido depende da superfície de reflexão. Um sensor óptico reflexivo pode ainda ser dimensionado para detectar diferenças de cores nas superfícies. Este princípio é bastante útil quando se pretende controlar processos que têm como critério de

escolha, padrões visuais de qualidade, ramo de estudo do processamento digital de imagens.

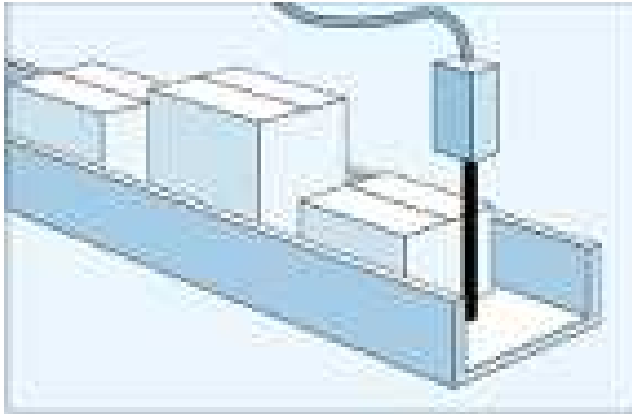


Figura 01 – Sensor óptico reflexivo
Fonte: www.mecatrônica.eesc.usp.br

A Figura 01 mostra um sensor de reflexão atuando sobre uma caixa e detectando a passagem do produto sobre uma esteira. Temos uma derivação dos sensores de reflexão que são os sensores de retro reflexão que tem um espelho como superfície refletora. Isto possibilita uma melhor eficiência e conseqüentemente um maior alcance.

2.4.1.2 Sensor de ruptura de feixe ou de barreira

Também conhecidos como sensores de barreira, estes dispositivos funcionam direcionados com a fonte de luz alinhada ao receptor.

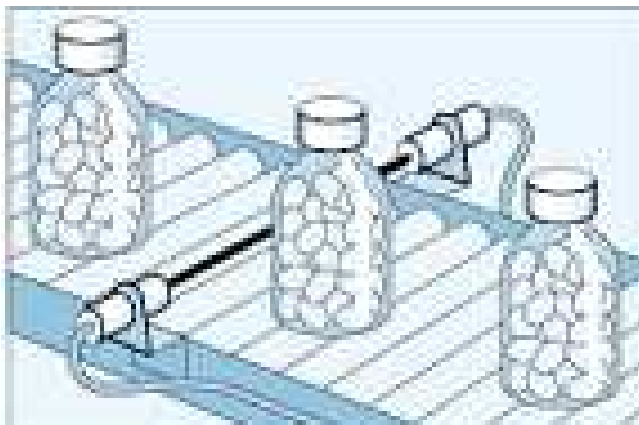


Figura 02 – Sensor Óptico de barreira
Fonte: www.mecatrônica.eesc.usp.br

Quando algum objeto “corta” o feixe luminoso existe a mudança de estado do sensor, como se pode ver na Figura 02. Este tipo de sensor possui uma detecção bastante confiável quando a superfície que se pretende detectar é irregular.

2.4.1.3 SENSORES INDUTIVOS

São usados para detectar objetos metálicos. O seu princípio de funcionamento está baseado na variação do campo magnético. Quando um material metálico se aproxima de um sensor, existe uma variação no campo magnético. Esta variação muda a corrente de base do transistor fazendo com que o sensor mude seu estado de repouso seja ele ativo em “0” ou em “1”.



Figura 03 – Sensores indutivos
Fonte: www.sensoresindutivos.com.br

A Figura 03 mostra dois sensores indutivos tradicionais utilizados na indústria.

2.4.1.4 Sensores capacitivos

Os sensores capacitivos podem detectar tanto objetos metálicos como não metálicos dependendo do ajuste de sensibilidade do sensor. Este tipo de sensor é útil quando se pretende diferenciar recipientes vazios de cheios, ou fluidos dentro de reservatórios. A precisão do sensor capacitivo é baixa se comparada aos sensores

indutivos. O seu princípio de funcionamento baseia-se na variação do campo eletrostático. O objeto que será detectado serve como a segunda placa do capacitor. A diferença entre os materiais provocará a mudança do campo elétrico envolvido e mudando o estado do sensor. Alguns sensores capacitivos possuem um parafuso de ajuste de sensibilidade o que permite que um único sensor possa ser ajustado para uma grande variedade de objetos.

2.4.2 Sensores Analógicos

Também são conhecidos como sensores de saída linear ou transdutores. Os sensores analógicos fornecem uma informação contínua da variação de alguma grandeza no processo. Podemos citar como principais grandezas que podem ser controladas de forma contínua a temperatura, vazão, pressão e nível. Os principais tipos de sensores utilizados são os termopares e sensores de pressão.

Em geral os sensores constituem uma peça fundamental em um sistema de controle moderno e o conhecimento dos seus tipos e aplicações contribui para elaboração de um projeto de automação eficiente e viável.

2.5 PNEUMÁTICA

Uma das grandes virtudes encontradas na natureza é o ar comprimido, o qual trás grandes vantagens como.

- Facilidade de obtenção (volume ilimitado);

- Não apresenta riscos de faísca em atmosfera explosiva;

- Fácil armazenamento;

- Não contamina o ambiente (limpo e atóxico);

- Não necessita de linhas de retorno (escape para a atmosfera), ao contrário de sistemas elétricos e hidráulicos;

- Acionamentos podem ser sobrecarregados até a parada.

No entanto, o ar apresenta vapor d'água (umidade). Esse vapor d'água pode se condensar ao longo da linha pneumática dependendo das condições de pressão e temperatura ao longo da linha. Se não houver um sistema para retirar a água, ela pode se acumular causando corrosão das tubulações.

O ar apresenta também uma baixa viscosidade. A viscosidade mede a facilidade com que um fluido (gás ou líquido) escoar. Se um fluido tem baixa viscosidade implica que ele pode escoar por pequenos orifícios e, portanto, a chance de ocorrer vazamentos é muito grande. Assim, vazamentos de ar em linhas pneumáticas são muito comuns.

Outro ponto importante é a compressibilidade do ar. Se considerarmos um atuador pneumático que é essencialmente um pistão acionado pelo ar não conseguimos fazer esse pistão parar em posições intermediárias com precisão, pois o esforço na haste do pistão comprime o ar retirando o pistão da sua posição inicial de parada. Por isso, os atuadores pneumáticos possuem apenas duas posições limitadas por batentes mecânicos, uma vez que não é possível atingir posições intermediárias com precisão. Esse problema já não ocorre com os atuadores hidráulicos, pois o óleo é incompressível. Aliás, algumas máquinas que exigem alta precisão de posicionamento usam atuadores hidráulicos.

2.5.1 Atuadores e Válvulas

Os atuadores são dispositivos capazes de modificar a variável controlada. São eles que irão agir sobre o sistema controlado após receber um comando de seu controlador (ALBUQUERQUE, 2005). Os principais tipos de atuadores são:

- Válvulas e cilindros (pneumáticos, hidráulicos),
- Relés (estáticos, eletromecânicos),
- Motores (step-motor, syncro, servomotor),
- Solenóides,

Uma forma de se obter energia mecânica é através dos atuadores ou válvulas. A função principal de um atuador é realizar algum movimento mecânico a partir de um sinal elétrico aplicado fazendo com que a máquina submetida ao movimento realize trabalho. Existem atuadores de fluido e de movimento.

Os atuadores de fluidos são classificados pelo tipo de fluido que é tratado. Podem ser de natureza hidráulica, quando utilizam óleo sob pressão ou pneumática, quando utilizam ar comprimido sob pressão.

Um atuador hidráulico ou pneumático permitirá ou bloqueará a passagem do fluido dependendo do sinal aplicado ao dispositivo. Uma bobina é acoplada em um núcleo móvel denominado êmbolo que é atraído quando a bobina é energizada. O

êmbolo é responsável pela passagem do fluido. A bobina, quando energizada, funciona como um eletroímã atraindo o êmbolo.

2.5.2 Atuadores Lineares

São conhecidos como cilindros ou pistões. Quando um pistão é submetido a pressão de um fluido, realiza um movimento em sua haste. A Figura 04 mostra um pistão e suas principais partes.



Figura 04 – Atuador linear
Fonte: www.tecni-ar.com.br

Para que ocorra uma boa transferência de movimento, o pistão deve estar devidamente vedado a fim de diminuir as perdas. Nas extremidades do pistão existe um orifício por onde ocorrerá a passagem do ar ou óleo, fluido que “empurrará” a haste. Podem ainda existir amortecedores e outros elementos que, em conjunto com os atuadores podem realizar operações lógicas como “e” e “ou” (AUGUSTA, 2000).

2.5.3 Atuadores Rotativos

Os atuadores rotativos podem ser angulares (cilindros rotativos) ou contínuos. O que difere este tipo de atuador é apenas o movimento; neste caso, ocorre um movimento de rotação. Podem ser classificados em dois tipos: de

cremalheira ou aleta rotativa. Estes dispositivos também são conhecidos como motores pneumáticos ou hidráulicos, de acordo com o fluido que os aciona.

2.5.4 Válvulas

A válvula é o elemento responsável pela comutação do fluido até o atuador, tendo o total controle do fluxo do fluido e da pressão que o atuador será submetido. Podemos assemelhar o funcionamento de uma válvula a de um disjuntor para um circuito elétrico, que permite ou não a passagem de corrente elétrica (AUGUSTA, 2000).



Figura 05 – Válvula
Fonte: www.parker.com

A Figura 05 mostra o acionamento de uma válvula, podemos submetê-la a um sinal elétrico, pneumático ou hidráulico.

2.6 CONSIDERAÇÕES GERAIS QUANTO A EQUIPAMENTOS A SEGUIR AS NORMAS DO SIF

Os equipamentos e utensílios serão preferentemente de constituição metálica. Permitir-se-á o emprego de material plástico adequado, jamais admitindo-se o uso dos de madeira e dos recipientes de alvenaria. Os equipamentos e utensílios, tais como: mesas, calhas, carrinhos e outros continentes que recebam produtos comestíveis, serão de chapa de material inoxidável, preferentemente, as

ligas duras de alumínio ou ainda outro material que venha a ser aprovado pelo Serviço de Inspeção Federal.

Caixas e bandejas ou recipientes similares, quando não de chapa de material inoxidável, poderão ser de plásticos apropriados às finalidades. De um modo geral, as superfícies que estejam ou possam vir a estar em contato com as carnes, incluindo soldaduras e juntas, devem manter-se lisas.

Os equipamentos fixos, tais como: escaldadores, depenadeiras, calhas de evisceração, pré-resfriadores, tanques, esteiras transportadoras, etc., deverão ser instalados de modo a permitir a fácil higienização dos mesmos e das áreas circundantes, guardando-se um afastamento mínimo de 1,20 m (um metro e vinte centímetros) das paredes e 0,30 m (trinta centímetros) do piso, com exceção da trilhagem aérea que deverá guardar sempre a distância mínima de 0,30 m (trinta centímetros) das colunas ou paredes, especificamente, a calha de evisceração, cujo afastamento das paredes não deve ser inferior a 2 m (dois metros) na lateral em que se posicionam os funcionários e a área de Inspeção Final, e 1 m (um metro) na lateral oposta quando nessa não houver manipulação.

Todos os equipamentos do matadouro que tenham contato direto ou indireto com as carnes, deverão estar rigorosamente limpos ao terem início os trabalhos, condição sem a qual a Inspeção Federal não poderá autorizar o funcionamento da seção ou seções.

Do mesmo modo, no decorrer das operações, a manutenção da higiene é questão de observância. Quando houver interrupção dos trabalhos para refeição, também deverá ser aplicado igual procedimento;

De um modo geral, a limpeza e desinfecção do equipamento serão levadas a efeito, com o emprego de água quente sob pressão e aplicados por dispositivos adequados que se acoplarão em bicos de misturadores de água e vapor. Além disso, usar-se-ão sabões ou detergentes, soluções bactericidas diversas, desde que aprovadas, seguindo-se sua aplicação de eficiente enxágue.

A lavagem geral das salas e equipamentos somente será levada a efeito, depois que o recinto estiver inteiramente livre de produtos comestíveis;

Não permitir o uso de utensílios em geral com cabos de madeira. As escovas utilizadas para limpeza de pisos e paredes não poderão, em hipótese alguma, serem usadas para limpeza de qualquer equipamento.

Os dispositivos automáticos ou mecanizados para execução desta operação deverão dispor de auto lavagem com água corrente sob pressão.

O dispositivo mecânico (pistola extrator de cloaca) deverá dispor do sistema para auto lavagem com água corrente, acionado a cada operação, evitando-se a descarga sobre as carcaças.

3 DESENVOLVIMENTO DO EQUIPAMENTO

3.1 A FASE DO CORTE DO PESCOÇO E A IDÉIA INICIAL

A ideia principal foi de automatizar e padronizar o processo de corte, empregando os conceitos aprendidos ao longo do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial. Inicialmente foi estudada a forma mais viável economicamente para iniciar o desenvolvimento do dispositivo.

A concepção do equipamento partiu do uso de um equipamento de acionamento de manipulação e operação suportada por um operador, que realiza os cortes um a um, com uma tesoura pneumática. A operação é repetitiva e penosa, dada a posição de operação desconfortável e exigir rodízio de função a cada 30 minutos.

Diante deste cenário foi observado o processo e coletado os dados de operação com o equipamento e processo existente, parametrizando o que seria necessário para o bom desempenho do equipamento a ser desenvolvido.

O processo como está realiza em um turno 17000 cortes a cada 8 horas, com um rodízio de 16 funcionários na função, com uma variação na qualidade e padrão de corte de operador para operador.

3.2 A CONCEPÇÃO DO EQUIPAMENTO

O equipamento consiste de uma estrutura tipo U, montada a partir de tubos quadrados, que é fixada por parafusos na parte superior do trilho na nória, sustentando uma chapa de 600mm x 300mm x 6,35mm, que possui um rasgo de 60mm onde está fixada as duas lâminas de corte de perfil curvo e 2 vergalhões de 450 mm e diâmetro 3/8" na entrada do equipamento conforme mostra a figura 06, e a composição dos materiais envolvidos para fabricação na Tabela 01.



Figura 06 - Estrutura tipo U
Fonte: Arquivo Pessoal

O posicionamento e acionamento destas lâminas é controlado por um sensor fotoelétrico e um CLP, quando o sensor detectar a presença dos pescoços dos perus que transitam na nória, emitirá um sinal para o CLP que acionará o sistema pneumático localizado nas laterais da estrutura, composto por dois cilindros lineares com curso total de 50mm, cuja função é calçar os guias sobre o ombro dos perus, após 0,005 segundos, outra saída em paralelo aciona o pistão principal, que movimenta a lâmina móvel de encontro com a lâmina fixa, efetuando o corte.

A lógica de controle foi feita utilizando um relé inteligente que nada mais é que um controlador lógico programável, responsável pelo gerenciamento de todas as atividades como monitoramento da quantidade de cortes efetuados, ou seja, quantos perus serão embalados por dia.

Uma fonte de alimentação de tensão contínua (24V) foi utilizada para alimentação do sensor de acionamento das eletroválvulas. Espera-se enfim, obter um controle totalmente automático ou com o mínimo de intervenção humana. Para confecção da estrutura responsável pelo suporte das lâminas de corte, um Mecânico ficou incumbido de desenvolver não só as peças como toda estrutura mecânica necessária para suporte dos cilindros e válvulas eletropneumáticas.

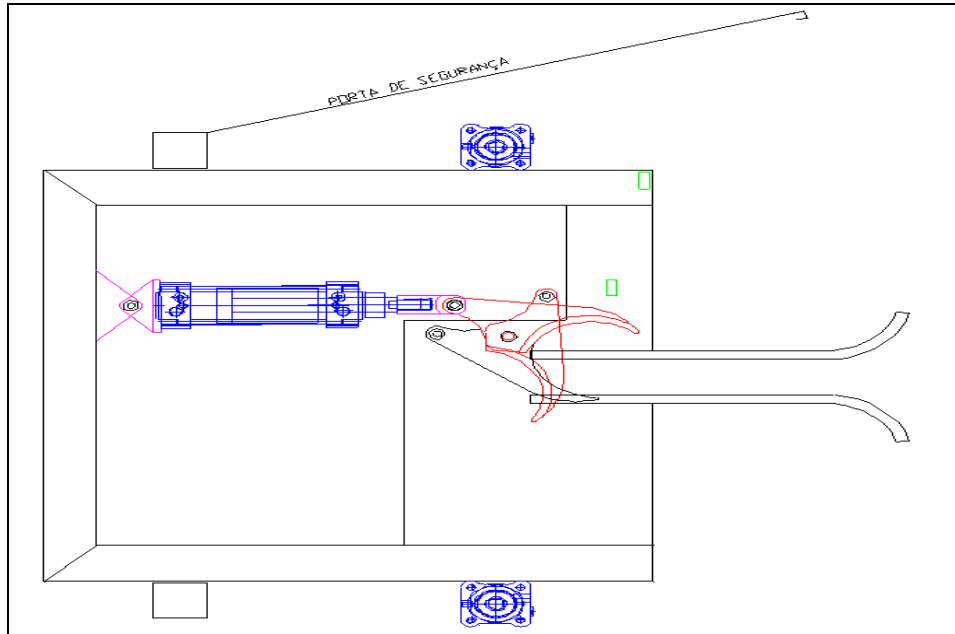


Figura 07 - Vista superior do protótipo
Fonte: Arquivo Pessoal

As Figuras 07, 08 mostram o desenho do protótipo e a Tabela 01 mostra os materiais utilizados para a confecção da estrutura do equipamento.

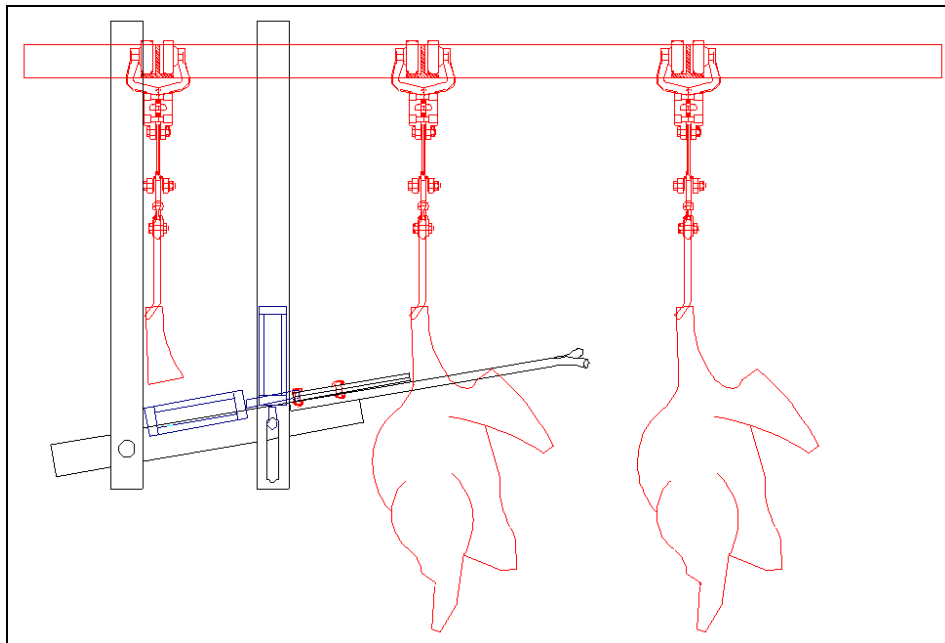


Figura 08 - Vista lateral do protótipo
Fonte: Arquivo Pessoal

Tabela 01 – Materiais e Composições

<i>Materiais</i>	<i>Composição e Dimensão</i>
Tubo quadrado	Inox 40x40mm
Chapa	Inox ¼"
Vergalhão	Inox 3/8"
Lâminas	Inox Tratado Termicamente x 3/8"
Pistão principal	60 x 215 mm
Pistões ajuste da altura do corte	40 x 50 mm

Fonte: Arquivo Pessoal

3.3 ELEMENTOS ELETRÔNICOS UTILIZADOS

O dimensionamento dos elementos elétricos e eletrônicos utilizados para a elaboração do quadro elétrico seguiu critérios de características elétricas, de custo, intercambiabilidade com outros equipamentos da planta e a possibilidade de futuras modificações.

3.3.1 Controlador Lógico Programável

A escolha do controlador lógico programável foi feita visando uma futura melhoria ou modificação do sistema. Devido à facilidade de programação e maior interação com o usuário, foi preferível o CLP Zélio, apresentado na Figura 09, que pode ser programado na própria tela. Os Controladores Programáveis Zélio, caracterizam-se pelo seu tamanho compacto e excelente relação custo-benefício, considerando-se as aplicações a que se destinam. Sendo, sobretudo, equipamentos idealizados para aplicações de pequeno e médio porte em tarefas de intertravamento, temporização, contagem e operações matemáticas básicas, substituem com vantagens contadores auxiliares, temporizadores e contadores eletromecânicos, reduzindo o espaço necessário e facilitando significativamente as atividades de manutenção.



Figura 09 – Controlador lógico programável
Fonte: Arquivo Pessoal

3.3.2 Sensor Fotoelétrico

O sensor fotoelétrico é utilizado para detecção de presença por interrupção do fecho de reflexão. No projeto foi utilizado para detectar a presença do pescoço e acionar o corte.



Figura 10 - Sensor fotoelétrico
Fonte: Arquivo Pessoal

3.3.3 Válvulas Eletropneumáticas e Pistões

O movimento das lâminas que fará o ajuste do corte e a concretização do corte do pescoço está diretamente integrado com pistões pneumáticos. Os pistões utilizados foram dimensionados e utilizados o que nós tínhamos em estoque, seus acionamentos será feito por eletroválvulas. As válvulas são do tipo 5/2 vias com retorno por mola e pilotagem através de solenóide. Para que haja um movimento suave do pistão principal, foram colocadas válvulas reguladoras de fluxo no ajuste de avanço e um regulador de pressão na alimentação de ar comprimido da máquina. As eletroválvulas têm um solenóide acionado por um sinal de tensão contínuo de 24 volts. Cada solenóide tem um diodo ligado inversamente para proteger os relés de acoplamento da tensão reversa, conforme mostra a figura 11. A função dos relés de acoplamento é isolar eletricamente o sinal de saída do CLP à carga protegendo-o de um eventual curto-circuito. Além disso, permite o acionamento de cargas de maior potência já que a corrente de saída do CLP é limitada.

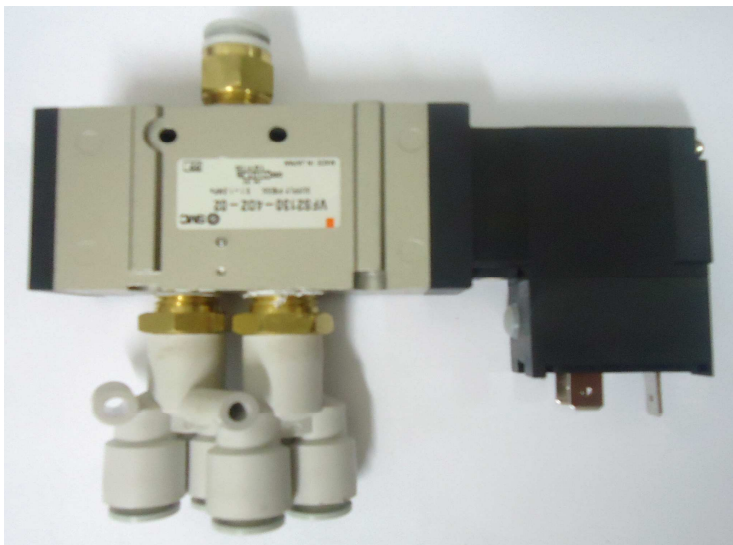


Figura 11 – Válvula eletropneumática
Fonte: Arquivo Pessoal

3.3.4 Fonte de Alimentação, Circuitos de Proteção e Quadro Elétrico

Todo o comando elétrico-eletrônico foi montado em um quadro tipo 3U medindo 500mm (altura) x 300mm (largura) x 200mm (profundidade) a fim de facilitar uma eventual manutenção. Uma fonte chaveada de tensão (24 volts / 6 ampères) foi

utilizada para alimentação do sensor, CLP e acionamento das válvulas. Para proteção da fonte, foi utilizado um disjuntor monofásico de 2A (na alimentação de tensão alternada da fonte).

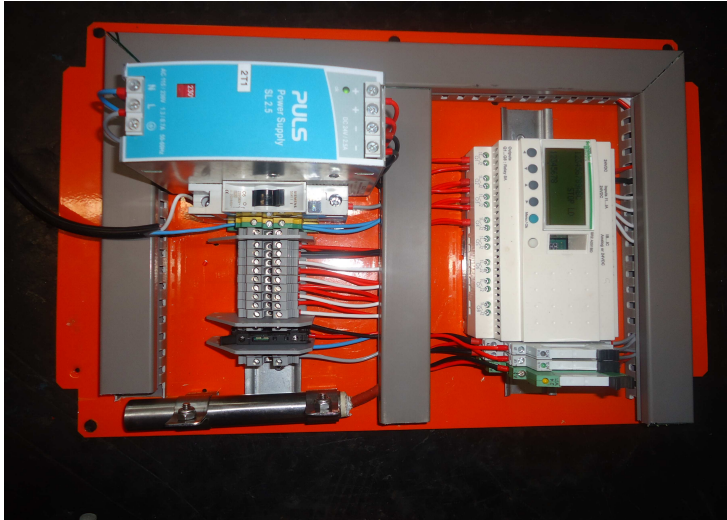


Figura 12 - Quadro elétrico
Fonte: Arquivo Pessoal

3.4 LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO

A programação do Controlador Lógico Programável é feita no próprio controlador, no indicador (display) de programação. O tipo de linguagem utilizado é *ladder*, já comentado no capítulo 2 e foi desenvolvido de acordo com as necessidades apresentadas pelos usuários e identificadas durante a fase de estudo. A Tabela 02 mostra a relação das entradas e saídas do CLP. No Anexo 1 é mostrado todo o programa desenvolvido em linguagem *ladder*.

Tabela 02 - Entradas e Saídas do CLP

<i>ENTRADAS</i>	<i>SAÍDAS</i>
I1 – Liga	Q1 – Posição
I2 – Desliga	Q2 – Corte
I3 – Emergência	
I4 – Sensor de segurança	
I5 – Sensor de Corte	

Fonte: Arquivo Pessoal

3.5 DESENVOLVIMENTO DA AUTOMAÇÃO

Após a instalação da estrutura deu-se o início a automação cuja função é controlar os golpes do equipamento através do CLP, quando passar o pescoço do peru na frente do sensor, o mesmo mandará um sinal ao CLP que fará a leitura do programa e fará que o circuito acione as válvulas de posição da tesoura, após contar um tempo pré-determinado, outro circuito em paralelo acionará o pistão principal efetuando o golpe com a lâmina móvel.

3.6 DIMENSIONAMENTO DOS CILINDROS PNEUMÁTICOS

Foi optado por cilindros de dupla ação, para ter atuação nos sentidos de avanço e retorno, uma vez que a aplicação pretendida demanda esta característica.

3.6.1 Cálculos de Forças do Cilindro da Tesoura

Para um cilindro de dupla ação com diâmetro de 63 mm, haste com 20 mm de diâmetro e com curso de 215 mm, a uma pressão de 6 bar as forças serão:

Área afetiva de avanço = 3117,25 mm² (Tabela Werk – pneumática)

Área afetiva de retorno = 2803,10 mm² (Tabela Werk – pneumática)

Cálculo da força

$$F = P \times A / 10$$

Força teórica de avanço do cilindro

$$F = 6 \times 3117,5 / 10 = 1870,10 \text{ N}$$

Força teórica de retorno do cilindro

$$F = 6 \times 2803,10 / 10 = 1681,86 \text{ N}$$

3.6.2 Consumo de Ar do Cilindro da Tesoura

Para um cilindro de ar de 60 mm de diâmetro com pressão de serviço de 6 bar, o consumo será de 0,216 L / cm (Tabela Werk – pneumática).

3.6.3 Cálculo de Força do Cilindro de Controle de Altura

Para um cilindro de dupla ação com diâmetro de 40 mm, haste com 16 mm de diâmetro e com curso de 50 mm, a uma pressão de 6 bar as forças serão:

Área afetiva de avanço = 1256,64 mm² (Tabela Werk – pneumática)

Área afetiva de retorno = 1054,58 mm² (Tabela Werk – pneumática)

Calculo da força

$$F = P \times A / 10$$

Força teórica de avanço do cilindro

$$F = 6 \times 1256,64 / 10 = 754,00 \text{ N}$$

Força teórica de retorno do cilindro

$$F = 6 \times 1054,58 / 10 = 633,05 \text{ N}$$

3.6.4 Consumo de Ar do Cilindro de Controle de Altura

Para um cilindro de ar de 40 mm de diâmetro com pressão de serviço de 6 bar, o consumo será de 0,099 L / cm (Tabela Werk – pneumática)

3.7 DESENVOLVIMENTO DO DISPOSITIVO DE CORTE.

Para o desenvolvimento inicial, foi cortado um tubo quadrado de 6.000 mm x 50 mm, sendo que para as extremidades que sustentam a tesoura, foram três partes iguais de 900 mm, e para amparar as lâminas foi recortado uma chapa de 800 mm de comprimento e espessura 6,35 mm figura 06, onde foram feito dois rasgos, um central para passar o pescoço do peru e efetuar corte, e outro para que o curso do eixo do cilindro não intercepte a chapa. Após todo processo de corte de materiais iniciamos a junção permanente dos materiais pelo processo de soldagem TIG (Tungstênio Inerte Gás).

Na fase inicial da conformação e fixação do equipamento, foi utilizado o processo de soldagem TIG (*Tungsten Inert Gas Welding*), também conhecido como GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*), cujo principio de funcionamento é através do arco elétrico que se estabiliza entre a peça de trabalho com o eletrodo de tungstênio não consumível, sua temperatura de fusão é de 3500°C, a poça de fusão e o

eletrodo não consumível são protegidos por um gás inerte chamado de argônio, qual fluxo é direcionado por um bocal que envolve o eletrodo obtendo a proteção do ar atmosférico, assim sendo é um dos processos mais indicados para soldagem em chapas finas de aço inoxidável, os efeitos obtidos foram satisfatórios na fixação permanente do quadro de sustentação da tesoura automática, não foi necessário retirar escórias e respingos oriundos dos outros processos de soldagem como MIG (Metal Inerte Gás), MAG (Metal Ativo Gás) e o processo por Eletrodo Revestido.

Com foco na segurança da pele bem como outros órgãos do corpo, foram utilizados EPIs (Equipamento de Proteção Individual): avental de raspa, luvas de vaqueta, perneiras, óculos de proteção, máscara eletrônica, botina de segurança, sistema de exaustão localizado para os fumos metálicos.

3.7.1 Desenvolvimento da Tesoura

O processo de desenvolvimento da tesoura (Figura 13) consistiu na fixação permanente de uma lâmina sobreposta a chapa de 6,35mm com rasgo e um guia inicial que direciona o pescoço para a área de corte, e outra lâmina móvel acionada por um atuador pneumático, sempre que o sensor detectar a presença do pescoço no ponto de referência, que está fixado no meio das arestas de corte, as lâminas utilizadas são iguais as da tesoura manual, permitindo utilizar parte dos equipamentos a serem substituídos, como mostra a Figura 14.

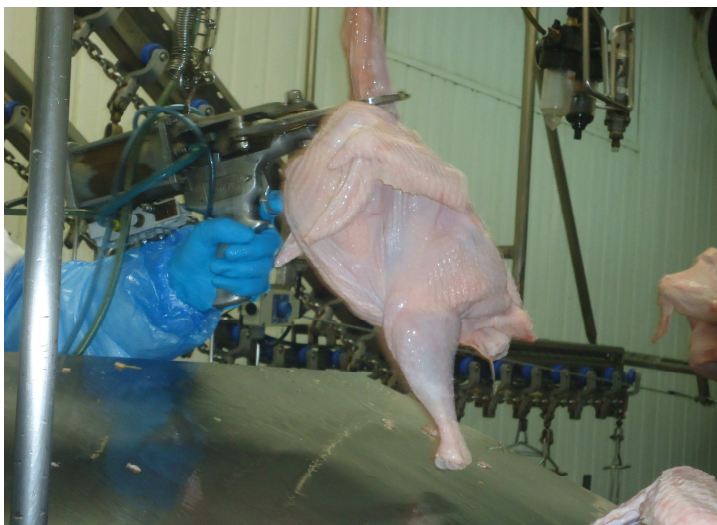


Figura 13 - Tesoura manual
Fonte: Arquivo Pessoal



Figura 14 – Tesoura automática
Fonte: Arquivo Pessoal

3.7.2 Processo Manual Versus Processo Automático

O processo de corte de peru, especificamente pode ser dividido em duas fases. A primeira compreende no sistema de corte manual, cujo qual era feito através de uma guilhotina tipo pistola. Com o processo sendo feito desta forma, perdia-se bastante tempo para fazer o remanejamento, pois os operadores responsáveis pelo corte ficavam se revezando a cada 30 minutos. Além disso, havia imperfeições e variações de tamanho o que comprometia a qualidade final. A segunda fase compreende o processo funcionando de forma automática, já com as implementações realizadas. O operador que fazia o corte hoje fica no setor de abastecimento dos ganchos. Para que haja um melhor entendimento das melhorias que foram realizadas, foram levantados alguns dados da máquina referente ao processo produtivo.

No processo manual, os principais aspectos estão abordados na Tabela 03 é possível observar que o tempo para a divisão do produto era o principal fator que diminuía consideravelmente a produção.

Já no processo automático, também visualizado na Tabela 03, existe um considerável ganho de tempo; apesar do número de paradas para remanejamento no processo.

Tabela 03 – Comparativo entre o processo manual e o automático

<i>PARÂMETROS</i>	<i>PROCESSO MANUAL</i>	<i>PROCESSO AUTOMÁTICO</i>
Horas de trabalho	8 horas	8 horas
Paradas para remanejo	2 minutos cada 00:30	0 minuto
Paradas diárias do remanejo	32 minutos	0 minuto
Perdas de embalagens diária	80 embalagens	0 embalagem
Risco de Acidente	Constante	0 Risco

Fonte: Arquivo Pessoal

3.7.3 Investimento e Custos Agregados

Para que fosse concretizada a melhoria no processo de corte, foi estudada a melhor forma de investimento que pudesse proporcionar um retorno financeiro, rápido possibilitando em curto prazo crescimento de capacidade produtiva. Na Tabela 04, estão descritos os principais equipamentos utilizados para a montagem do comando elétrico e algumas peças mecânicas que foram confeccionadas para a estrutura suporte dos pistões e do sensor. O investimento com mão de obra não está sendo informado por se tratar do projeto desenvolvido para o TCC.

Tabela 04 – Relação dos valores investidos

<i>ITENS</i>	<i>VALOR (R\$)</i>
Fonte de alimentação	80,00
Controlador lógico programável	400,00
Resistência	85,00
Fios e terminais de conexão	75,00
Sensor	180,00
Válvulas eletropneumáticas	400,00
Disjuntor	15,00
Quadro elétrico	70,00
Cilindros pneumáticos laterais	380,00
Cilindro principal	150,00
Lubrífil	500,00
Laminas de corte	400,00
Tubo quadrado 50x50mm e chapa de inox ¼"	145,00
Total	2.880,00

Fonte: Arquivo Pessoal

3.8 DETALHES DO FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO

3.8.1 Ave Entrando no Equipamento

A ave se aproxima das guias (Figura 15), e é alinhada com a área de atuação das lâminas de corte, evitando desvios por oscilação do movimento da nória.

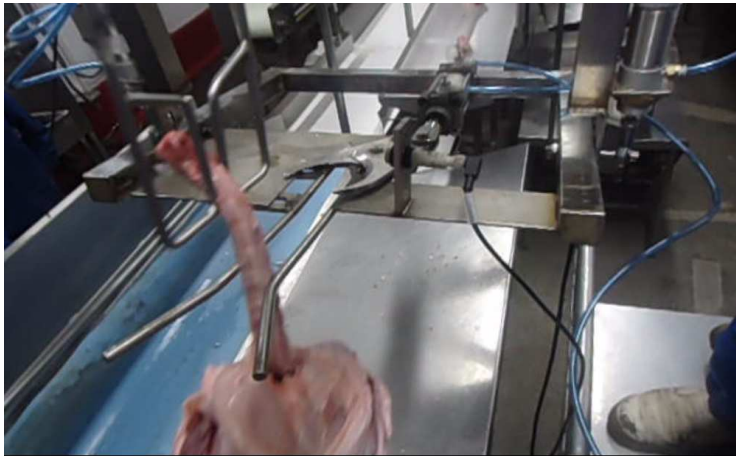


Figura 15 - Entrando nos guias
Fonte: Arquivo pessoal

3.8.2 A Ave no Campo de Detecção

A Figura 16 mostra o momento em que a ave entra na área de ação do sensor fotoelétrico que irá acionar os circuitos dos atuadores laterais.

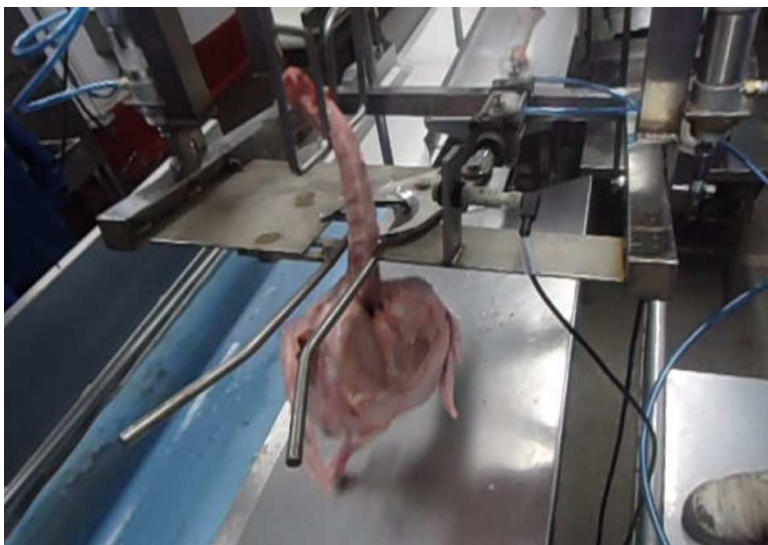


Figura 16 - Entrando na área sensoriada
Fonte: Arquivo Pessoal

3.8.3 Início do Ajuste de Altura

A Figura 17 mostra o momento em que o pescoço é detectado, e os pistões laterais iniciam o acionamento para regulação de altura da plataforma em que estão montadas as lâminas de corte.

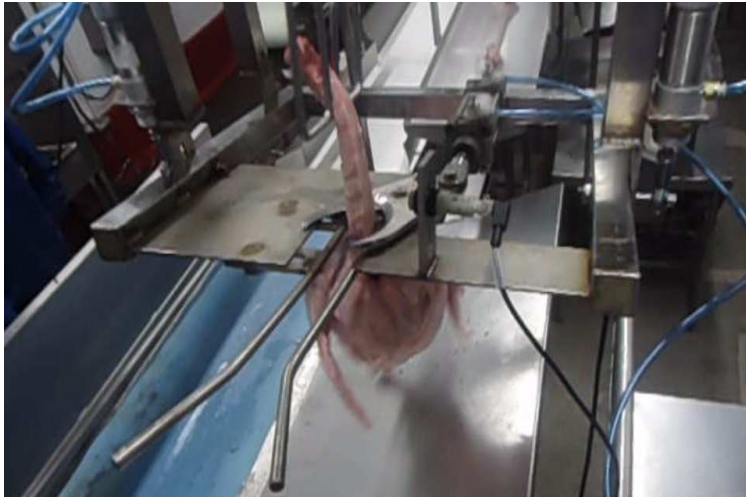


Figura 17 - Acionamento dos pistões laterais
Fonte: Arquivo Pessoal

3.8.4 Equipamento Finalizando o Ciclo

A Figura 18 mostra o final do ciclo da automação que se dá pelo acionamento do cilindro de acionamento da lâmina de corte, efetuando assim o corte do pescoço na posição já ajustada.



Figura 18 - Efetuando o corte
Fonte: Arquivo Pessoal

3.8.5 Conclusão do Ciclo

A Figura 19 Mostra a conclusão do ciclo de corte, finalizando a sequência os atuadores voltam para seu estado de início de ciclo, e aguardam outro pescoço para atuar novamente.



Figura 19 - Corte efetuado
Fonte: Arquivo Pessoal

4 CONCLUSÕES E RESULTADOS ALCANÇADOS

O dispositivo automático foi testado, atendendo as expectativas com desempenho de melhor qualidade do corte gerado pela regulagem automática do equipamento e com velocidade constante ao longo do processo

Observou-se o ganho em agilidade na produção com a supressão dos setups a cada 30 minutos. Para a operação da tesoura manual se perdia tempo com a limpeza do equipamento e com a troca do operador a cada 30 minutos, pois a operação do equipamento continuamente por a mesma pessoa gerava lesões por esforços repetitivos.

O remanejamento dos trabalhadores da tesoura manual possibilitou atender demandas reprimidas por falta de mão de obra qualificada em outros pontos do processo produtivo.

Com a implantação do sensor de presença e dos atuadores pneumáticos laterais para regulagem da altura de corte, foi alcançada a padronização da altura do corte.

A melhoria de qualidade alcançada com a automação do processo através do ensaio com o dispositivo desenvolvido promoveu um ganho de qualidade não só no produto propriamente dito, pois significou um importante passo para a indústria que necessita crescer tanto socialmente como economicamente com aumento de sua produção. Percebeu-se a expectativa da melhoria de condição de trabalho no grupamento de pessoas envolvidas mais diretamente.

O desenvolvimento do trabalho, os procedimentos e desenvolvimentos realizados permitiram utilizar os meios e conhecimentos adquiridos no curso de forma real e pratica, tornando a operação mais segura e eficaz. A instalação do equipamento automatizado de forma permanente reduzirá o risco de acidente no local, pois elimina a presença de operadores para manusear a tesoura pneumática.

Os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação foram adequados para realização do trabalho de automação da tesoura, proporcionando experimentar em campo de forma técnica e prática o desenvolvimento do equipamento.

BIBLIOGRAFIA

AUGUSTA, Niederauer. A Biblioteca Virtual do Estudante Converso por **Augusta Niederauer** Subjec 2012.

AUTOMATIZE. Disponível em: www.automatizesensores.com.br/indutivos.sensores indutivos e capacitivos. Acessado dia 15 de junho de 2012.

Brasileiro/TC2000 /Profissionalizante/ Aulas 3, 4, 5, 6 e 7. A Biblioteca Virtual do Estudante Brasileiro - Telecurso 2000 www.passei.com.br/tc2000/, 1982, 1985. qualificação **profissional**.

CILINDRO PNEUMÁTICO. Disponível em: http://www.tecni-ar.com.br/just_time.php. Acessado em 15 de junho de 2012.

DENHISTA DE MÁQUINAS / Editora F. Provenza São Paulo, 1990.

FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES. 1ª Ed. São Paulo: Editora Érica, 2005.

PROJETISTA DE MÁQUINAS / Editora F. Provenza São Paulo, 1990.

SENSORES. Disponível em: <http://www.mecatronica.eesc.usp.br/>. Acessado em 15 de junho de 2012

SENSOR INDUTIVO. Disponível em: <http://www.sensoresindutivos.com.br/>. Acesso em; 15 de junho de 2012.

SOLUÇÕES EM SISTEMAS DE SEGURANÇA E AUTOMAÇÃO. *ace-schmersal* .A multinacional alemã **2008**. linha completa de produtos para **automação** e **sistemas de segurança**.

THOMAZINI, Daniel. Sensores Industriais, 2007. ALBUQUERQUE, Pedro U **Sensores Industriais** Fundamentos e Aplicações. São Paulo: Érica, **2007**.

VÁLVULA SOLENÓIDE. Disponível em: <http://www.parker.com/portal/site/PARKER/> Acesso em 15 de junho de 2012.

VIANA, H. R. G.; PCM, **Planejamento e Controle da Manutenção**: Ed. Qualitymark: Rio de Janeiro, 2002.

