

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA**  
**TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

**WAGNER ANTONIO SCHUERZOSKI**

**SISTEMA DE DETECÇÃO PARA FIM DE FILME NA EMBALADORA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2017**

**WAGNER ANTONIO SCHUERZOSKI**

**SISTEMA DE DETECÇÃO PARA FIM DE FILME NA EMBALADORA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial, do Departamento de Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. M. Eng<sup>a</sup> Pércio Luiz Karam de Miranda

**PONTA GROSSA**

**2017**



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Ponta Grossa  
DAELE – Departamento de Eletrônica



---

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### SISTEMA DE DETECÇÃO PARA FIM DE FILME NA EMBALADORA

Desenvolvido por:

WAGNER ANTONIO SCHUERZOSKI

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado em 14 de JUNHO de 2017, como requisito parcial para obtenção do título de TECNÓLOGO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. Os candidatos foram arguidos pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinado. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

M. Eng<sup>a</sup> Pércio Luiz Karam de Miranda  
Professor Orientador

---

Dr. Josmar Ivanqui  
Membro titular

---

Eng. Paulo Sérgio Parangaba Ignácio  
Membro titular

- A Folha de Aprovação assinada encontra-se arquivada na Secretaria Acadêmica -

Dedico este trabalho aos meus pais, e a  
minha namorada, que sempre me  
apoiaram nessa caminhada e estiveram  
presentes ao longo dessa formação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu energia e sabedoria para chegar ao final desta caminhada com sucesso.

À minha família, pela compreensão nos momentos em que estive que me ausentar da presença deles e me dedicar aos estudos, sobretudo a minha namorada Franciele, minha mãe Maria e meu pai Mario.

Muito obrigado em especial a minha namorada Franciele, que foi paciente em minhas ausências e me ajudou bastante me dando dicas e apoio moral para o desenvolvimento de todos os trabalhos da universidade.

Agradecimento aos colegas de curso, que fizeram parte dessa trajetória, dividindo momentos de descontração, discussões, estudos e conquistas.

Enfim, um muito obrigado a todos que me apoiaram em mais esta jornada.

## RESUMO

SCHUERZOSKI, Wagner. **Sistema de detecção para fim de filme na embaladora.** 2017. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Automação Industrial - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

Este trabalho propõe um sistema de detecção para final de filme em uma embaladora utilizada na fabricação de embalagens cartonadas. A proposta tem como base instalar sensores ultrassônicos no equipamento para automatizar o processo e garantir a qualidade dos produtos. O trabalho propõe o estudo e compreensão do funcionamento da embaladora, estudo sobre sensores, desenvolvimento da proposta e instalação dos sensores, levantamento de custos. São apresentadas cada etapa de funcionamento da embaladora detalhadamente, conceitos e características específicas de funcionamento do sensor ultrassônico, além de simular o funcionamento do sistema de acordo com as etapas da embaladora com e sem filme, bem como orçamento e cálculo de tempo estimado para retorno do investimento.

**Palavras-chave:** Embaladora. Sensor Ultrassônico. Sistema de Detecção. Filme plástico. Embalagens Cartonadas.

## ABSTRACT

SCHUERZOSKI, Wagner. **Detection system for end of film in the packer**. 2017. 52p. Course Conclusion Work Technology in Industrial Automation - Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2017.

This assignment proposes a detection system for final film in a packaging machine used in the manufacture of carton packs. The proposal is based on installing ultrasonic sensors in the equipment to automate the process and guarantee the quality of the products. The work proposes the study and understanding of the operation of the packer, study on sensors, development of the proposal and installation of the sensors, costing. Each stage of operation of the packer is presented in detail, concepts and specific characteristics of the operation of the ultrasonic sensor, besides simulating the operation of the system according to the steps of the packer with and without film, as well as budget and estimated time for return of the investment.

**Keywords:** Wrapping machine. Ultrasonic sensor. Detection System. Plastic film. Self catering apartments.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Embalagem cartonada tetraédrica .....	12
Figura 2 - Camadas das embalagens cartonadas.....	12
Figura 3 - Processo de paletização .....	14
Figura 4 - Bobina paletizada sem filme .....	15
Figura 5 - Visão geral da embaladora .....	16
Figura 6 - Visão lateral da embaladora .....	18
Figura 7 - Ilustração das perdas e custos com as bobinas sem filme .....	19
Figura 8 - Bobina de embalagens cartonadas.....	20
Figura 9 - Esteiras transportadoras movimentando bobinas .....	21
Figura 10 - Extrusora dupla rosca .....	21
Figura 11 - Embaladora de bobinas .....	22
Figura 12 - Ilustração do sistema de selagem vertical e seus componentes .....	23
Figura 13 - Processo de selagem vertical .....	24
Figura 14 - Ilustração do sistema de selagem horizontal e seus componentes .....	25
Figura 15 - Processo de selagem horizontal .....	26
Figura 16 - Balancim da embaladora .....	27
Figura 17 - Sistema de transporte por esteira com contador .....	28
Figura 18 - Variação de uma grandeza física de forma analógica .....	28
Figura 19 - Um par óptico é um sensor digital simples.....	29
Figura 20 - Sensor óptico por barreira de luz .....	30
Figura 21 - Sensor óptico por reflexão difusa.....	30
Figura 22 - Sensor óptico por retro reflexão.....	31
Figura 23 - Sensor indutivo em corte que indica as suas principais partes.....	32
Figura 24 - Faixas do sensor ultrassônico.....	32
Figura 25 - Faixa de detecção.....	33
Figura 26 - Sensor ultrassônico no modo difuso .....	34
Figura 27 - SENSE US1300-30GX98-2E2-J-V1.....	35
Figura 28 - Posição definida do sensor US1300 para o filme lateral.....	36
Figura 29 - Posição definida do sensor US1300 para o filme horizontal inferior .....	37
Figura 30 - Posição definida do sensor US1300 para o filme horizontal superior .....	37
Figura 31 - Distância mínima e máxima filme lateral.....	38
Figura 32 - Potenciômetro de ajuste das saídas .....	39
Figura 33 - Distância mínima e máxima filme horizontal inferior .....	40
Figura 34 - Distância mínima e máxima filme horizontal superior .....	41
Figura 35 - Diagrama de conexões sensor US1300.....	42
Figura 36 - Diagrama de ligação sensor US1300.....	42
Figura 37 - Simulação do sensor US1300 em funcionamento .....	43
Figura 38 - Sensor US1300 detectando final do filme .....	44
Figura 39 - Cálculo para retorno do investimento.....	45
Figura 40 - Datasheet US1300-30GX98-2E2-J-V1 .....	50
Figura 41 - Orçamento sensor US1300 e cabo de conexão .....	52



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

US1300 – Modelo de sensor ultrassônico

P1 – Potenciômetro 1

P2 – Potenciômetro 2

S1 – Saída 1

S2 – Saída 2

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

mm – Milímetros

Vcc – Tensão em corrente contínua

## **LISTA DE SIGLAS**

KUKA            Keller und Knappich Augsburg

LDPE            Low-Density Polyethylene

LLDPE          Linear Low-Density Polyethylene

PET              Poli Tereftalato de Etila

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 PROBLEMA .....	15
1.2 OBJETIVOS .....	16
1.2.1 Objetivo Geral .....	17
1.2.2 Objetivos Específicos .....	17
1.3 JUSTIFICATIVA .....	17
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
2.1 BOBINA.....	20
2.2 ESTEIRAS.....	20
2.3 FILME PLÁSTICO .....	21
2.4. EMBALADORA .....	22
2.4.1 Selagem Vertical .....	22
2.4.2 Selagem Horizontal .....	24
2.5 SENSORES .....	27
2.5.1 Sensores Analógicos.....	28
2.5.2 Sensores Digitais .....	29
2.6 SENSOR ÓPTICO .....	29
2.6.1 Sensor Óptico por Barreira de Luz .....	30
2.6.2 Sensor Óptico por Reflexão Difusa .....	30
2.6.3 Sensor Óptico por Retro reflexão .....	31
2.7 SENSOR INDUTIVO .....	31
2.8 SENSOR ULTRASSÔNICO .....	32
2.8.1 Zona Morta .....	33
2.8.2 Faixa Operacional de Medição .....	33
2.8.3 Faixa de Detecção .....	33
2.8.4 Modo Operacional Difuso do Sensor Ultrassônico .....	34
<b>3 SISTEMA DE DETECÇÃO PARA FIM DE FILME</b> .....	<b>35</b>
3.1 DEFINIÇÃO DO MODELO DE SENSOR .....	35
3.2 DEFINIÇÃO DA POSIÇÃO DOS SENSORES .....	36
3.3 IMPLEMENTAR SENSOR .....	38
3.3.1 Configurar Sensor US1300 Filme Vertical.....	38
3.3.2 Configurar Sensor US1300 Filme Horizontal Inferior .....	39
3.3.3 Configurar Sensor US1300 Filme Horizontal Superior .....	40
3.3.4 Diagrama de Conexões.....	41

3.3.5 Simulação com Funcionamento do Sensor US1300 no Sistema .....	43
3.4 CUSTOS E RETORNO DE INVESTIMENTO .....	44
<b>4.CONCLUSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO A – Datasheet US1300-30GX98-2E2-J-V1 .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO B – Orçamento sensor US1300 e cabo de conexão.....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado de embalagens para bebidas e alimentos é bastante relevante no Brasil. Nesse mercado as embalagens cartonadas se destacam porque proporcionam uma maior durabilidade aos produtos embalados. Segundo dados do *The Canadian Institute Business Information in a Global Context*, em 2013 foram comercializadas 14 bilhões de embalagens longa vida no Brasil, já para 2018 a expectativa é de um consumo superior a 20 bilhões. No cenário mundial o Brasil é o segundo maior consumidor de embalagens longa vida ficando atrás somente da China.

Ruben Rausing foi quem iniciou o desenvolvimento da embalagem cartonada longa vida durante os anos 50 ele criou a embalagem tetraédrica como pode ser visto na Figura 1, em novembro de 1952 a embalagem em forma de tetraedro passou a ser utilizada no envase de creme no laticínio de Lund na Suécia, com o aprimoramento do sistema de envase asséptico outra melhoria foi em relação a estocagem, à partir daí então a embalagem passa a ter o formato de um paralelepípedo. O uso comercial de embalagens cartonadas longa vida se inicia em 1961 na Europa, no Brasil elas chegam no início dos anos 70 (NASCIMENTO, M. M. R; VIANA, M. M. M; SILVA, G. G; BRASILEIRO, B. L., 2007). Hoje a embalagem longa vida está presente no dia a dia de todos e são muito utilizadas porque apresentam grandes vantagens como, facilidade de armazenamento, conservação dos alimentos por períodos prolongados, impedem o contato dos alimentos com micro-organismos, inibem a entrada de luz evitando a destruição de vitaminas importantes presentes nos alimentos, para a indústria significam economia de combustível no transporte, pois são transportadas de forma compactada, no formato de bobinas quando vazias e depois de envasadas proporcionam economia de energia, pois grande parte dos produtos não precisam de refrigeração durante o transporte ou no processo de armazenamento enquanto as embalagens permanecem fechadas.

As embalagens cartonadas usadas atualmente são constituídas por multicamadas de papel, plástico e alumínio e podem variar de formato, tamanho e maneira de abrir. O papel representa 75% da embalagem enquanto que o plástico corresponde a 20% e o alumínio 5%. O papel é a principal matéria prima da embalagem longa vida é formado por duas camadas unidas sem cola garantindo estabilidade e resistência à embalagem, uma das camadas do papel é branca para facilitar a impressão dos rótulos. O alumínio tem como principal função impedir a

entrada de luz e oxigênio, as embalagens apresentam apenas uma camada de alumínio. O plástico utilizado é o polietileno de baixa densidade (PEBD) é usado na camada externa para isolar o papel da umidade, na camada interna impede o contato direto entre o alumínio e os alimentos e nas camadas intermediárias promove a adesão entre os materiais.

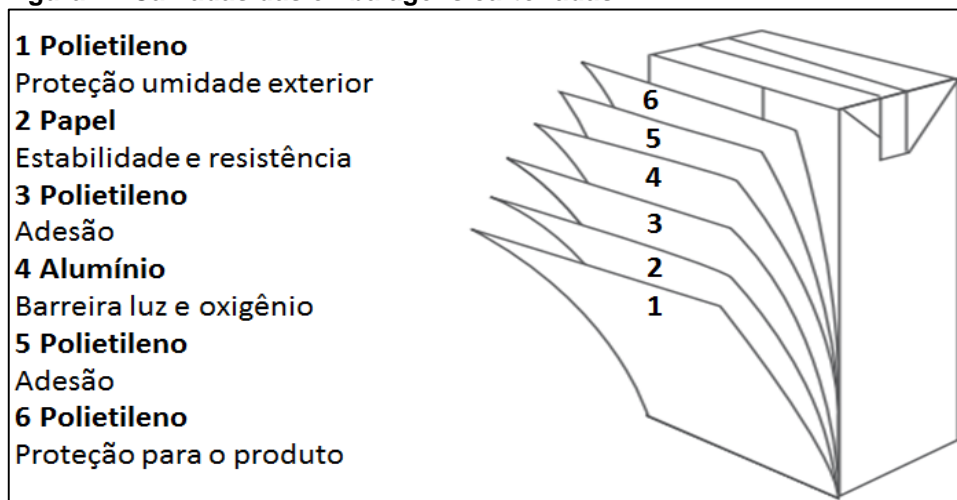
**Figura 1 - Embalagem cartonada tetraédrica**



Fonte: Desenvolvimento gráfico Tetra Pak (2017)

A embalagem longa vida tem a capacidade de preservar o sabor e o aroma dos alimentos por um período que varia de três meses até um ano, devido as seis camadas de materiais citados anteriormente (BORGES, 2014), a Figura 2 ilustra como são distribuídas cada camada e qual sua principal função.

**Figura 2 - Camadas das embalagens cartonadas**

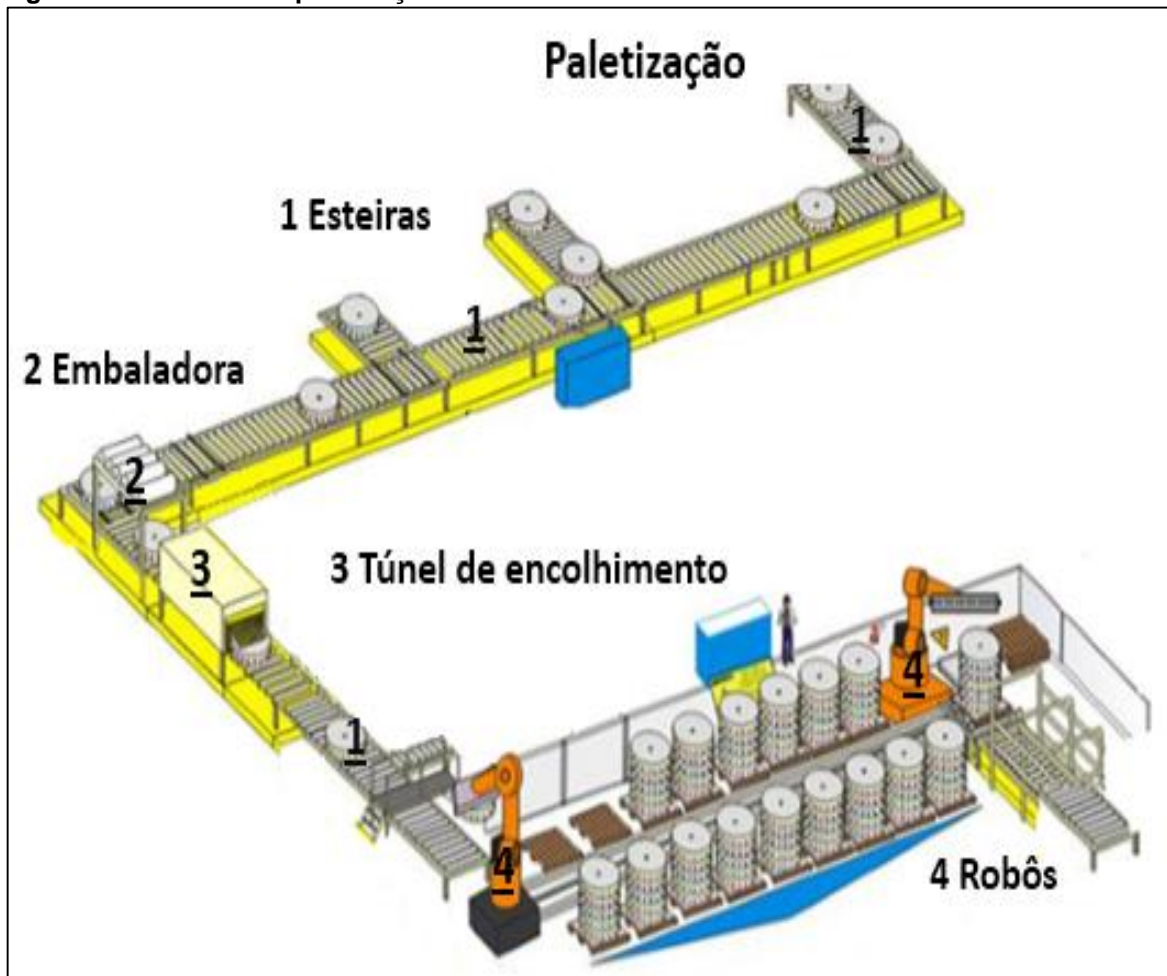


Fonte: Autoria própria

O processo produtivo de embalagens cartonadas é composto por várias etapas dentre as principais estão a impressão, laminação, corte e paletização. A impressão utilizada o processo de flexografia onde são utilizados clichês para imprimir os rótulos nas embalagens dos diferentes produtos (leite, suco, achocolatado) de acordo com a arte desejada pelo cliente, nessa etapa também é feito o vinco das embalagens, ou seja, as dobras que resultarão no formato final da embalagem após o envase. A etapa seguinte é a laminação nesse processo são agregados a embalagem as camadas de polietileno e alumínio as quais garantem a qualidade e proteção dos produtos que serão envasados. O processo seguinte é o de corte, nesta etapa as embalagens cartonadas chegam em formato de um rolo laminado dividido em faixas, no rolo as embalagens estão dispostas em até nove faixas, ou seja, cada faixa da origem a uma bobina, assim, um rolo pode gerar nove bobinas, finalmente após prontas as bobinas são acondicionadas em filmes plásticos que garantem a higiene e qualidade dos produtos até a entrega ao cliente, essa etapa é executada pelo processo de paletização que conta com um sistema automatizado que faz a movimentação e montagem das bobinas em paletes com precisão e agilidade.

A ideia de sistema automatizado parte do conceito de sistema, segundo (Rosário, 2009, p.40) “um sistema é qualquer interação de elementos cujo funcionamento visa alcançar um objetivo comum, ou seja, um conjunto complexo de coisas diversas que, relacionadas entre si, contribuem para determinado objetivo ou propósito”, partindo deste conceito e observando com mais detalhes o processo de paletização, que pode ser observado na Figura 3, em uma determinada fábrica de embalagens cartonadas é possível identificar vários elementos dentro deste processo começando pelas esteiras seguindo para a embaladora o túnel de encolhimento e no final do processo os robôs. Cada elemento tem sua função específica dentro do processo, as esteiras são responsáveis pelo transporte das bobinas até a embaladora onde as bobinas são acondicionadas e seladas com filmes plásticos garantindo a proteção dos produtos, a próxima etapa é o túnel de encolhimento, cuja função é fazer o encolhimento do filme através de um sistema de ar forçado provocado por uma ventoinha interna instalada na parte superior central, o sistema distribui o ar quente no túnel proporcionando o encolhimento com melhor acabamento para a bobina que segue até os robôs KUKA os quais são encarregados de fazer a distribuição das bobinas em paletes com precisão e agilidade.

Figura 3 - Processo de paletização



Fonte: Autoria própria

Acompanhando por um determinado período todo o sistema de paletização chama a atenção uma parada da máquina embaladora que ocorre logo após o final do filme plástico. Observando todo o procedimento realizado pelo operador para troca do filme e pós troca, nota-se um risco relacionado as questões de qualidade do produto, já que o processo depende exclusivamente do fator humano (operador) para identificação e correção do problema, neste caso o risco é a bobina sem filme, que pode ser visto na Figura 4 e que pode ser paletizada e enviada ao cliente sem estar totalmente acondicionada com o filme plástico responsável pela garantia da qualidade e proteção da bobina, já o problema identificado neste processo é o fato da embaladora permitir a entrada da bobina mesmo não tendo filme suficiente para concluir o processo por completo, ou seja, acondicionando filme plástico por completo na bobina de embalagens cartonadas. Levando em consideração esse risco surge uma proposta de melhoria para a embaladora, através da criação de um sistema

automático para identificar o fim de filme antecipadamente, deixando de depender exclusivamente do operador para identificação de bobinas sem filme.

**Figura 4 - Bobina paletizada sem filme**



Fonte: Fábrica de embalagens cartonadas

## 1.1 PROBLEMA

O processo de paletização é responsável pelo transporte e proteção das bobinas através do acondicionamento em filmes, além de realizar a montagem dos paletes os quais são distribuídos para os diversos clientes da empresa. Sendo a proteção uma das principais etapas e considerando a automatização presente em todo o processo, nota-se que a detecção de final de filme na embaladora gera um grande problema, pois fica nas mãos do operador a identificação de bobinas sem filme presentes no interior da embaladora. O sistema atual apenas identifica a presença de filme, porém esse sistema não dá a garantia que o filme presente será suficiente para a proteção total da bobina.

Para melhor compreensão desse modo de falha é necessário o entendimento básico de como funciona a embaladora como pode ser visualizado na Figura 5 que são quatro etapas; a primeira inicia com a leitura de presença de filme vertical através de um sensor óptico, seguindo para a segunda etapa responsável pela selagem vertical para proteção lateral da bobina, a terceira etapa é feita a partir de outro sensor



indutivo que identifica a presença de filme horizontal para então dar sequência a quarta e última etapa de selagem horizontal encarregada de fazer a proteção superior e inferior da bobina, a oportunidade de melhoria parte do princípio de funcionamento dos sensores que detectam a presença de filme, pois basta que tenha a presença de filme no sensor para o processo de selagem ser realizado sem ter a garantia que o filme acondicione a bobina por completo, o sistema só gera o alarme de falha por fim de filme após a bobina estar presente no interior da embaladora já sem o filme.

**Figura 5 - Visão geral da embaladora**



**Fonte: Fábrica de embalagens cartonadas (2016)**

A melhoria proposta neste trabalho é tornar o sistema de detecção do final do filme eficaz e seguro, garantindo que toda bobina presente no interior da embaladora esteja devidamente protegida pelo filme plástico sem que haja dependência exclusiva do operador para identificar a falta de filme na bobina assegurando a qualidade das bobinas de embalagens cartonadas.

## 1.2 OBJETIVOS

Elaborar uma proposta de automatização para resolver o problema da bobina sem filme dentro da embaladora.

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma proposta com um sistema capaz de detectar o final do filme na embaladora.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos para esta proposta são:

- Conhecer o funcionamento da embaladora.
- Definir sensor e seu posicionamento.
- Automatizar o processo.
- Mensurar custos de implementação e retorno do investimento.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

O sistema atual presente na embaladora acaba sendo ineficiente quando ocorre o fim do filme, pois o alarme de falha ocorre quando a bobina está no interior do equipamento sem o filme de proteção. Partindo desse modo de falha observar-se riscos relacionados a qualidade do produto (bobinas), pois as mesmas podem ser enviadas ao cliente sem estar com a devida proteção do filme plástico, gerando insatisfação por parte dos clientes.

A Figura 6 mostra uma visão lateral da embaladora, assim fica mais claro e facilita o entendimento do equipamento, na parte superior e inferior circulado em vermelho estão os filmes responsáveis pela selagem horizontal, neste processo são utilizados dois filmes um para fazer a proteção da superfície superior da bobina e outro conseqüentemente protege a parte inferior. Na lateral direita e esquerda estão os filmes de selagem vertical circulado em verde, o processo é realizado por dois filmes os quais garantem a proteção nas laterais da bobina.

**Figura 6 - Visão lateral da embaladora**



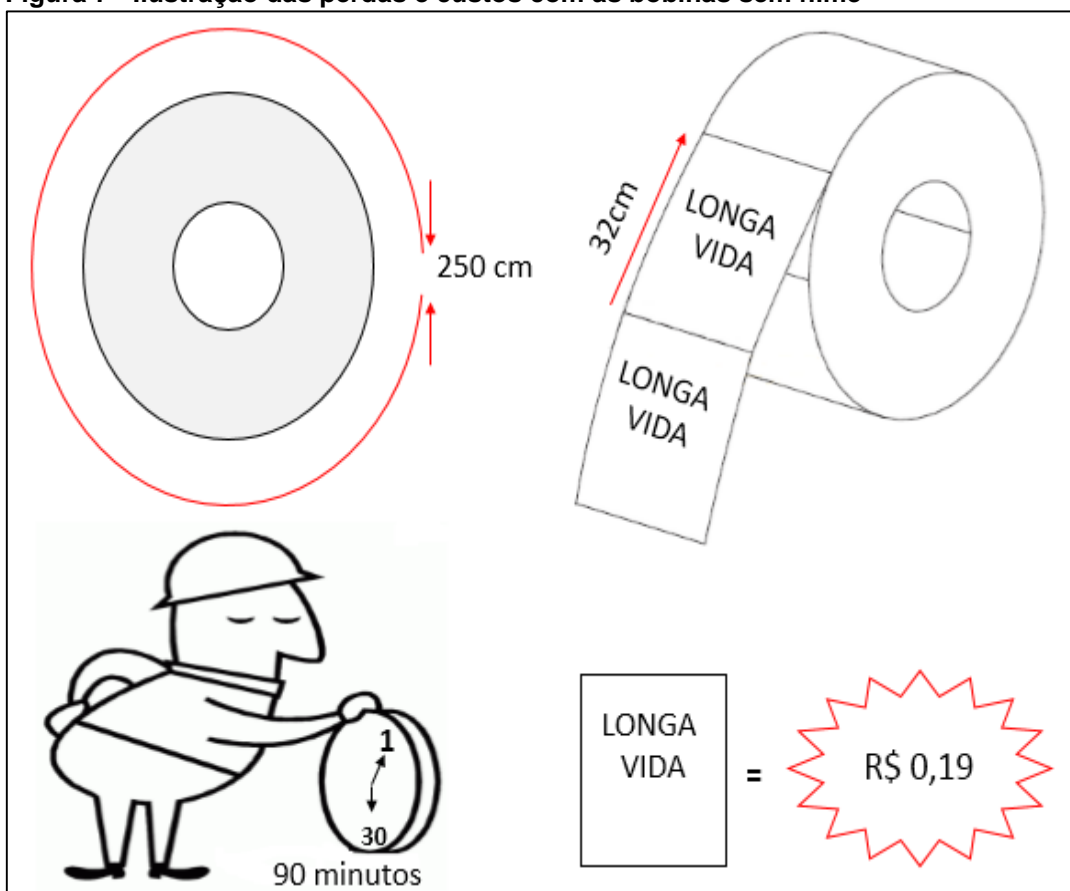
**Fonte: Fábrica de embalagens cartonadas (2017)**

A identificação da presença do filme de proteção na bobina fica exclusivamente dependente do operador no momento da troca, pois como foi citado anteriormente o sistema permite que a bobina entre na embaladora sem a garantia de que o filme possa envolver a bobina por completo. Outro ponto que pode ser levado em consideração é a perda em eficiência, pois a bobina sem filme deve seguir por todas as etapas seguintes, túnel de encolhimento e paletização através dos robôs, para então o operador retirar a bobina do palete e enviar novamente para as esteiras refazerem todo o processo garantindo que as bobinas sejam devidamente embaladas com o filme plástico, levando em consideração a capacidade de produção da embaladora que é de 170 bobinas por hora, durante um turno de trabalho em oito horas, ocorrem quatro trocas de filmes verticais e duas trocas de filmes horizontais, com isso são seis bobinas que podem ser enviadas ao cliente sem a devida proteção caso o operador não identifique e execute a correção da falha.

Considerando que a empresa funciona vinte e quatro horas por dia operando dentro da sua capacidade máxima, a embaladora necessita de seis trocas de filme plástico a cada oito horas, ou seja um turno de trabalho, ao final do dia serão dezoito trocas de filme considerando os três turnos. Em cada troca o operador leva em média cinco minutos para fazer o processo de retirada da bobina paletizada sem filme e enviá-la para a esteira novamente, sendo obrigatório a retirada da primeira volta da bobina, pois devido a falta do filme pode ocorrer danos na capa da bobina, em média a primeira volta possui dois metros e cinquenta centímetros e cada embalagem de

leite longa vida possui trinta e dois centímetros, neste caso serão descartadas aproximadamente 8 embalagens longa vida por bobina, durante um dia de produção serão descartadas 144 embalagens (18 “bobinas sem filme” x 8 “embalagens por bobina”). Cada embalagem longa vida custa R\$ 0,19 (VALOR ECONÔMICO, 2001), sendo descartadas as 144 embalagens o prejuízo estimado é de R\$ 27,36 por dia, além da perda operacional, pois são 90 minutos (18 “bobinas sem filme x 5 “minutos gastos enviando a bobina para esteira novamente”) em que o operador executa uma atividade que não vai agregar valor ao produto final.

**Figura 7 - Ilustração das perdas e custos com as bobinas sem filme**



Fonte: Autoria própria

Com um sistema de detecção que anteceda a entrada da bobina na embaladora o processo se torna mais eficiente e sem riscos de qualidade, pois o operador não precisará retirar bobina sem filme para enviar novamente a esteira e consequentemente a perda com a primeira volta da bobina deixa de acontecer, além do ganho com o tempo em que o operador gasta executando essa atividade, com o sistema de detecção o operador fica disponível para outras atividades relacionadas a produção.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 BOBINA

O princípio para envase das embalagens cartonadas é baseado no fluxo contínuo, isso permite que as embalagens sejam entregues ao cliente na forma de bobinas, rolo de embalagens cartonadas como pode ser visualizado na Figura 8, economizando o espaço de armazenamento e facilitando a distribuição.

**Figura 8 - Bobina de embalagens cartonadas**



**Fonte: Fábrica de embalagens cartonadas (2016)**

### 2.2 ESTEIRAS

As esteiras transportadoras são equipamentos muito utilizados na indústria para realizar o transporte e movimentação de cargas, na fábrica de embalagens cartonadas as esteiras tem como principal função movimentar as bobinas dentro do processo de paletização conferindo velocidade e agilidade a todo o processo (Fragmaq, 2014). A Figura 9 ilustra várias esteiras de transporte executando a movimentação das bobinas na área de paletização dentro de uma empresa fabricante de embalagens cartonadas.

**Figura 9 - Esteiras transportadoras movimentando bobinas**



Fonte: Fábrica de embalagens cartonadas (2016)

### 2.3 FILME PLÁSTICO

Produzido a partir de blendas de polietileno de baixa densidade (LDPE) com polietileno linear de baixa densidade (LLDPE), comercialmente são utilizados visando minimizar custos de produção, especialmente na área de filmes para embalagens. Blenda é a mistura mecânica de diferentes tipos de plásticos, onde na maior parte dos casos não ocorre uma reação química entre estes materiais, são feitas através de extrusoras, de dupla rosca conforme apresentado na Figura 10 para uma eficiente homogenização. (RODA, D., 2011).

**Figura 10 - Extrusora dupla rosca**



Fonte: Roda (2011)

“O principal motivo para o uso destas blendas é a melhoria das propriedades mecânicas finais como tensão e alongamento a ruptura, resistência ao impacto e

soldabilidade” (INOUE, I., 1999). Esse tipo de filme é utilizado em embaladoras automáticas e semiautomáticas para, garrafas de vidro, garrafas PET, embalagens cartonadas e outros.

## 2.4. EMBALADORA

Máquina industrial automática destinada a embalagem de bobinas contendo sistema de selagem vertical e horizontal ambos alimentados por dois filmes plástico cada, trabalhando em conjunto com um sistema de esteiras transportadoras automáticas, a capacidade da máquina é de acondicionar 170 bobinas por hora de trabalho (CH SYSTEM, 2017).

**Figura 11 - Embaladora de bobinas**



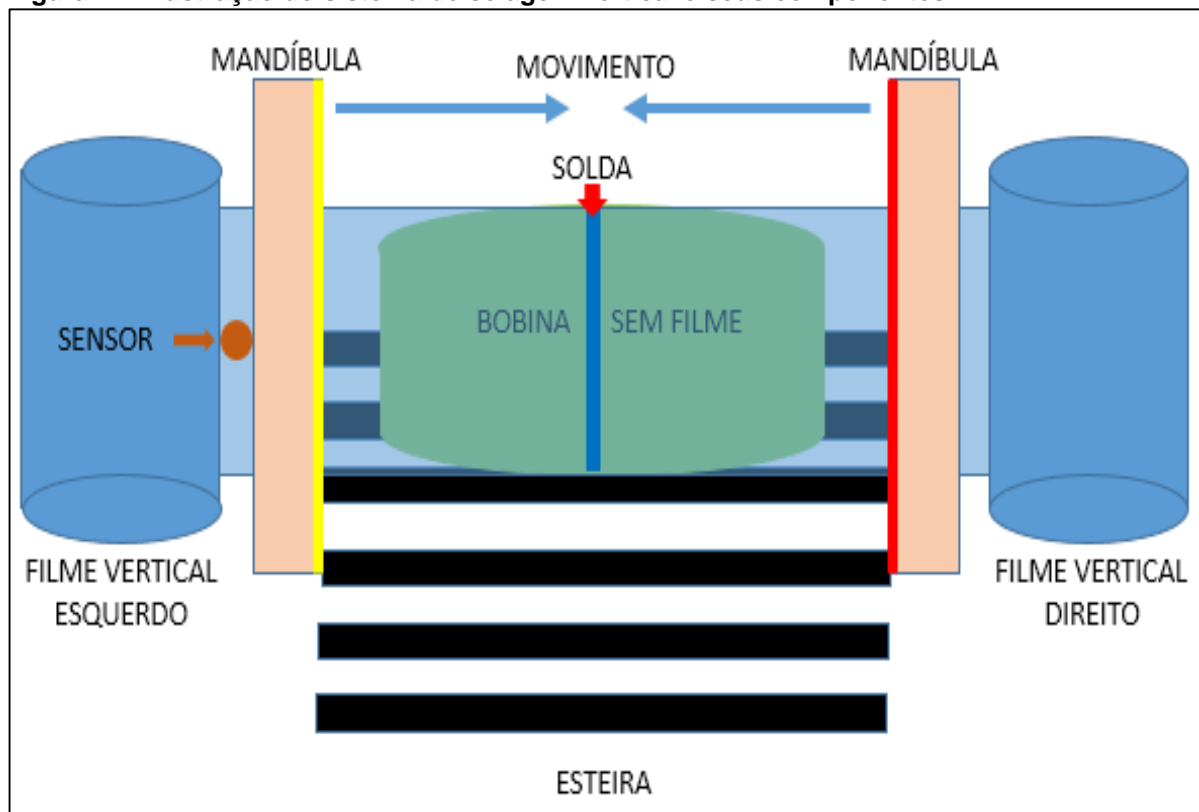
**Fonte: Fábrica de embalagens cartonadas**

### 2.4.1 Selagem Vertical

O sistema de selagem vertical é composto pelos seguintes componentes, filme lateral em ambos os lados, sensor óptico, mandíbulas e esteira. A Figura 12 ilustra a

posição dos componentes acima descritos além do movimento realizado pelas mandíbulas bem como o posicionamento de uma bobina na entrada da embaladora. Os filmes são responsáveis pelo acondicionamento e proteção lateral da bobina de embalagens cartonadas, o sensor óptico na lateral esquerda tem a função de identificar a presença ou ausência de filme, a esteira faz o transporte da bobina dentro do sistema, a mandíbula destacada em vermelho é responsável pela solda do filme plástico através de uma resistência elétrica unindo os dois filmes, já a mandíbula com destaque amarelo tem como função após o processo de solda fazer o corte no centro da solda através de uma lâmina interna finalizando o processo de selagem vertical.

**Figura 12 - Ilustração do sistema de selagem vertical e seus componentes**



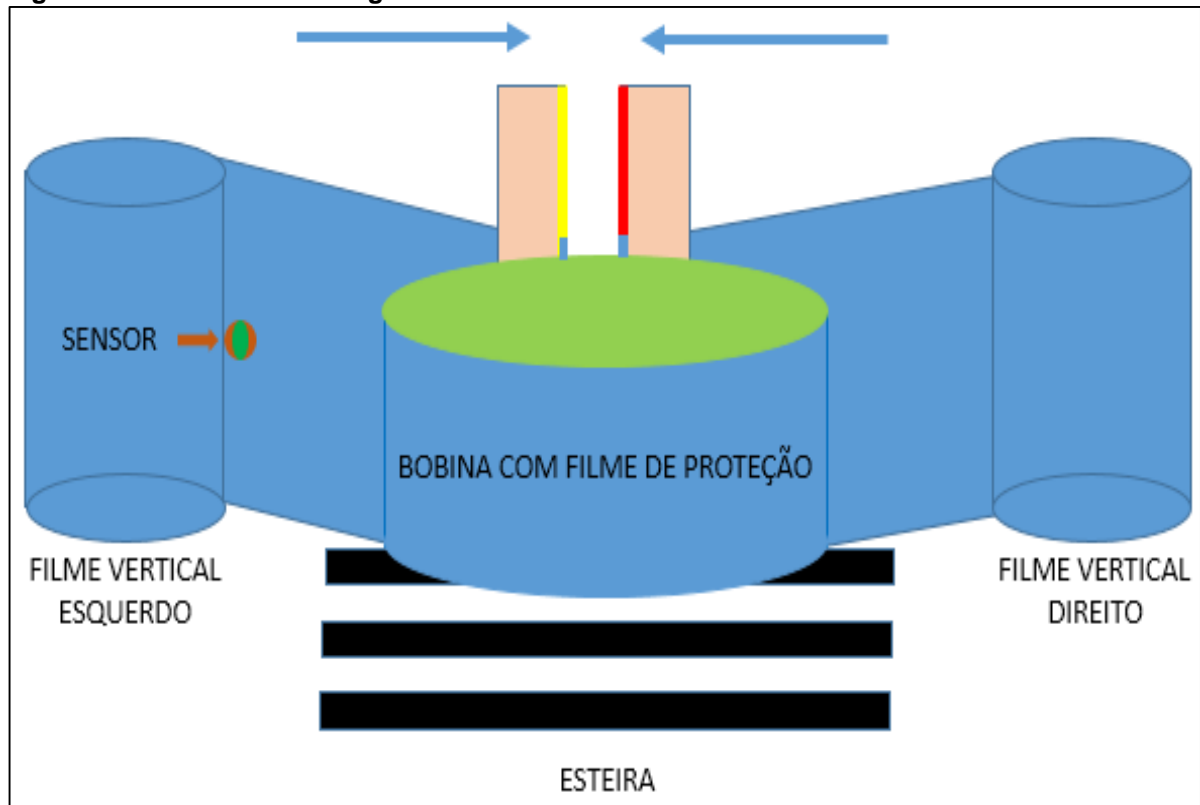
Fonte: Autoria própria

A Figura 13 ilustra o processo da selagem vertical, nota-se a bobina dentro da embaladora já acondicionada com o filme plástico de proteção, mas para essa etapa acontecer depende de outro componente no sistema o sensor óptico, localizado na lateral esquerda, tem como função enviar sinal para o sistema comunicando a presença de filme, caso não tenha filme na frente do sensor óptico o mesmo envia o sinal de ausência de filme. Outro ponto importante destacado na imagem é o



movimento executado pelas mandíbulas para finalização do processo que consiste na solda do filme e após essa etapa o corte central da solda do filme.

**Figura 13 - Processo de selagem vertical**



Fonte: Autoria própria

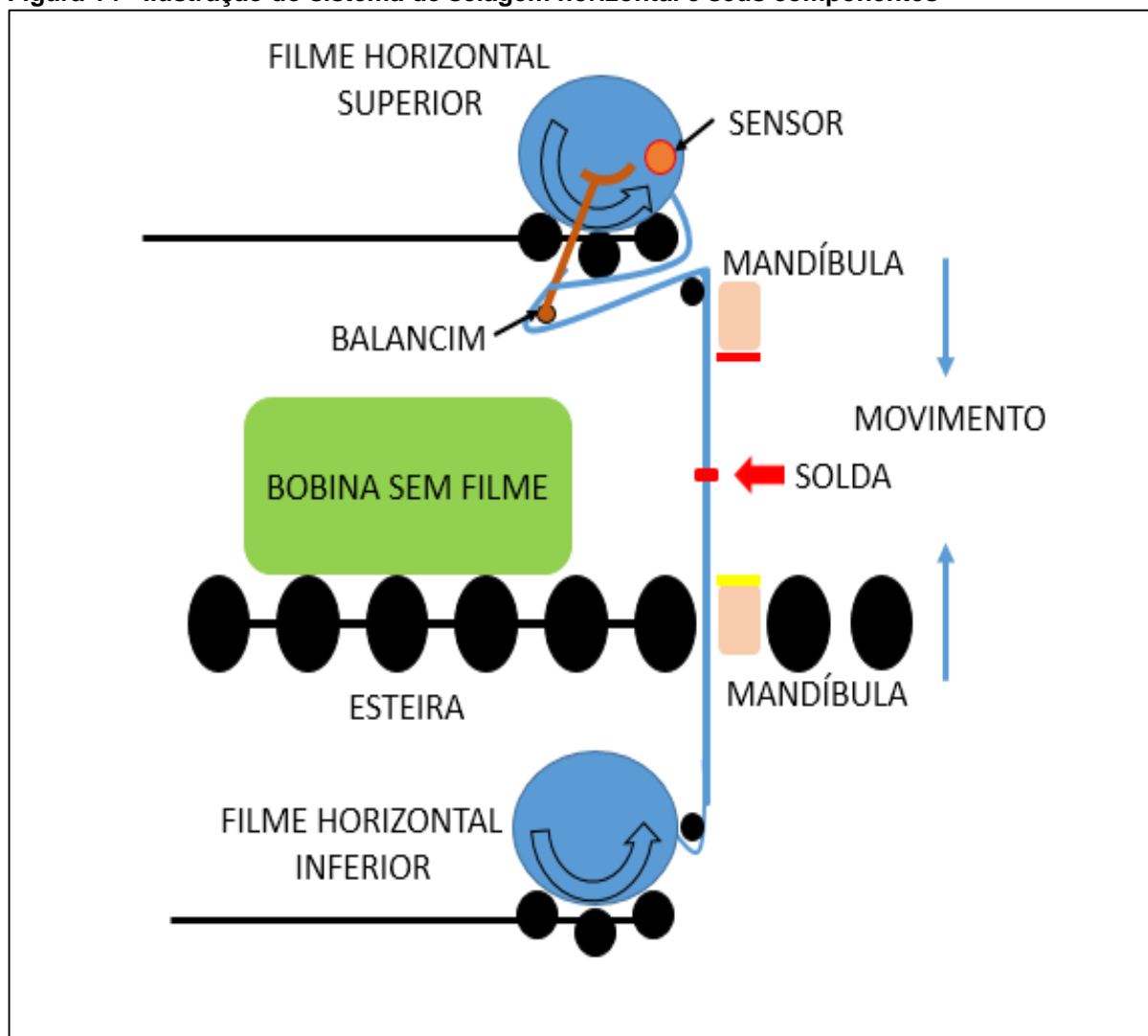
Após o corte do filme e retorno das mandíbulas para a posição inicial está encerrado com sucesso o processo de selagem vertical e a embaladora pronta para executar a próxima etapa de funcionamento.

#### 2.4.2 Selagem Horizontal

O processo de selagem horizontal da embaladora possui vários componentes, os filmes plásticos superior e inferior, balancim, sensor indutivo, as mandíbulas e a esteira. A Figura 14 mostra onde cada componente está localizado, além de expor o sentido de movimento dos filmes e das mandíbulas durante o processo de selagem. Os filmes são responsáveis pela proteção da parte superior e inferior da bobina, o balancim tem a função de liberar o movimento do filme quando a bobina está sendo transferida da etapa anterior (selagem vertical) para a etapa atual, isso ocorre através

do movimento da haste do balancim que possui no final uma parte côncava metálica atuando o sensor indutivo e liberando o filme, o sensor tem como função detectar a presença de filme pois se o mesmo parar de atuar no meio do processo é sinal que o filme não está passando pelo balancim, o que conseqüentemente é interpretado como fim de filme, a mandíbula com destaque na cor vermelha é responsável pela solda do filme plástico através de uma resistência elétrica unindo os dois filmes, já a mandíbula com destaque na cor amarela tem como função após o processo de solda efetuar o corte da solda através de uma lâmina interna, concluída essa etapa a bobina de embalagens cartonadas está totalmente acondicionada pelo filme plástico e o sistema de selagem horizontal concluído.

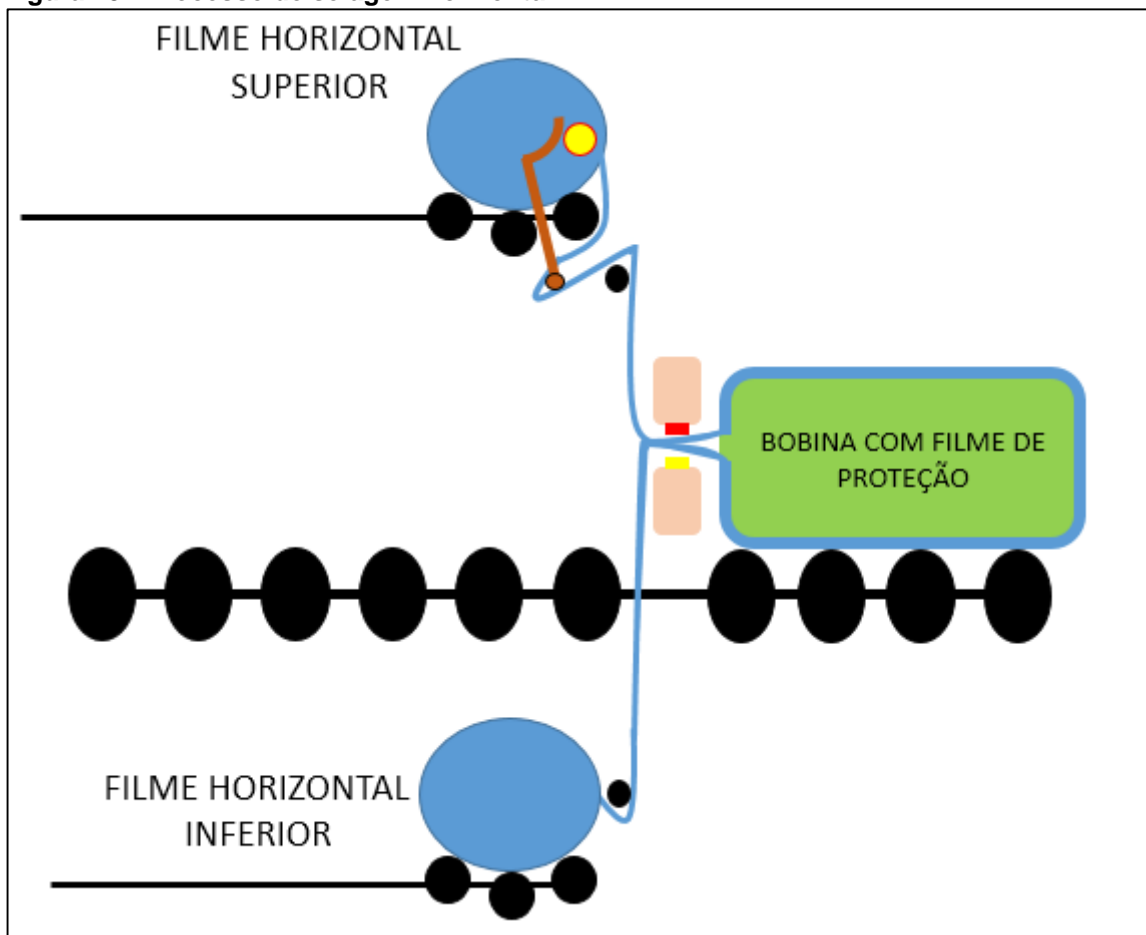
**Figura 14 - Ilustração do sistema de selagem horizontal e seus componentes**



Fonte: Autoria própria

A Figura 15 exemplifica o processo da selagem horizontal, percebe-se a bobina totalmente envolvida pelo filme, essa etapa tem como principais componentes o balancim localizado logo abaixo do filme superior e o sensor indutivo que é responsável por liberar o filme quando atuado pelo movimento do balancim, como citado anteriormente o sensor tem dupla função além de enviar sinal liberando o desbobinamento do filme, tem a função de interromper o processo caso ocorra o termino do filme. Outro destaque na Figura 15 é o movimento executado pelas mandíbulas para encerrar o processo, a solda e o corte do filme ambas realizadas pelas mandíbulas como mencionado anteriormente.

**Figura 15 - Processo de selagem horizontal**



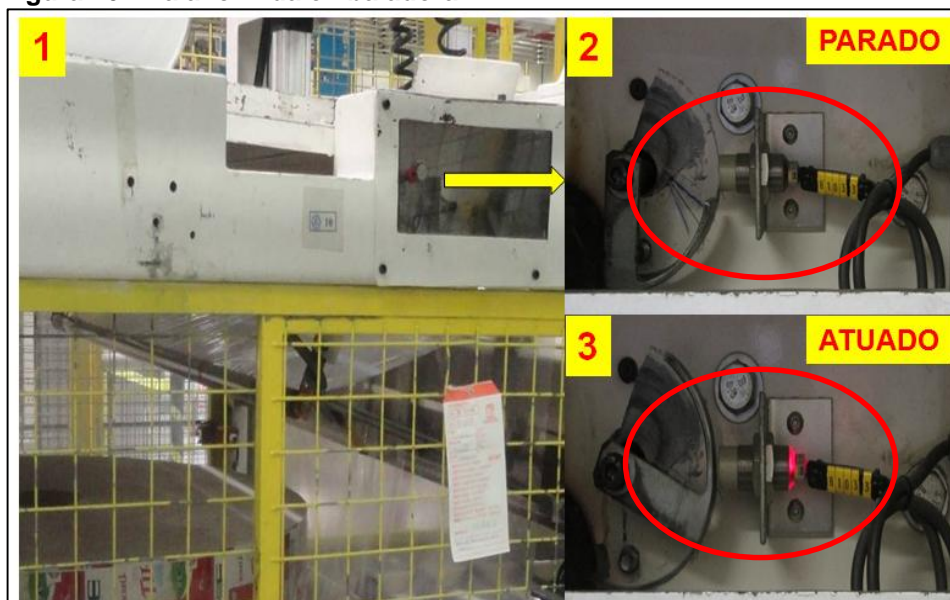
Fonte: Autoria própria

Finalizado o processo de corte do filme no centro da solda as mandíbulas retornam a posição inicial, com isso está concluído o processo de embalagem da bobina, devidamente protegida e pronta para ser transportada na esteira até ser paletizada pelos robôs.

### 2.4.2.1 Balancim

Peça de movimento oscilatório que transmite movimento a outras peças de uma máquina (AULETE, 2017). No caso da embaladora o balancim é responsável pelo movimento do filme superior, na Figura 16 é possível ter uma visão completa do balancim. O primeiro quadro ilustra qual a posição do balancim na embaladora, no segundo quadro é possível ver o balancim sem movimento, ou seja, ele está parado ao contrário do terceiro quadro onde o balancim aparece em movimento atuando o sensor.

**Figura 16 - Balancim da embaladora**

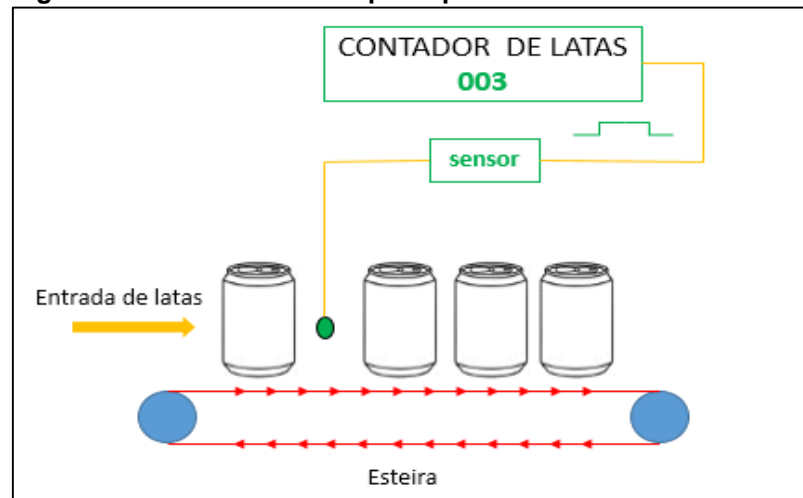


Fonte: Fotos do balancim de uma fábrica de embalagens cartonadas (2017)

## 2.5 SENSORES

“Dispositivo sensível a alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminosa, térmica, relacionando informações sobre uma grandeza que pode ser medida como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, posição, etc.” (THOMAZINI, ALBUQUERQUE, 2011, p.17). Os sensores industriais são os sentidos dentro de um projeto automatizado, são eles que identificam o estado de uma variável, sendo essa variável uma grandeza física qualquer.

**Figura 17 - Sistema de transporte por esteira com contador**



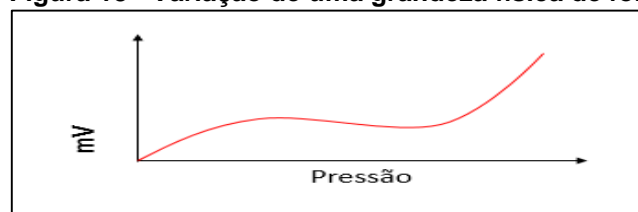
Fonte: Autoria própria

A Figura 17 ilustra um sistema simples de transporte em esteira com sensor para detectar presença e fazer a contagem das latas. O princípio de funcionamento é simples quando o sinal do sensor é interrompido, sua saída muda de baixo para alto, enviando sinal a outro dispositivo contador que incrementa “1” toda vez que uma lata passa na frente do sensor. A classificação dos sensores pode ser feita de acordo com a saída do sinal, podendo ser analógica ou digital.

### 2.5.1 Sensores Analógicos

São dispositivos baseados em sinais analógicos, ou seja, podem assumir qualquer valor em seu sinal de saída desde que permaneçam dentro da faixa de operação. Grandezas físicas como, pressão, temperatura, luminosidade, vazão, podem assumir valores diferentes ao longo do tempo conforme mostra a Figura 18.

**Figura 18 - Variação de uma grandeza física de forma analógica**

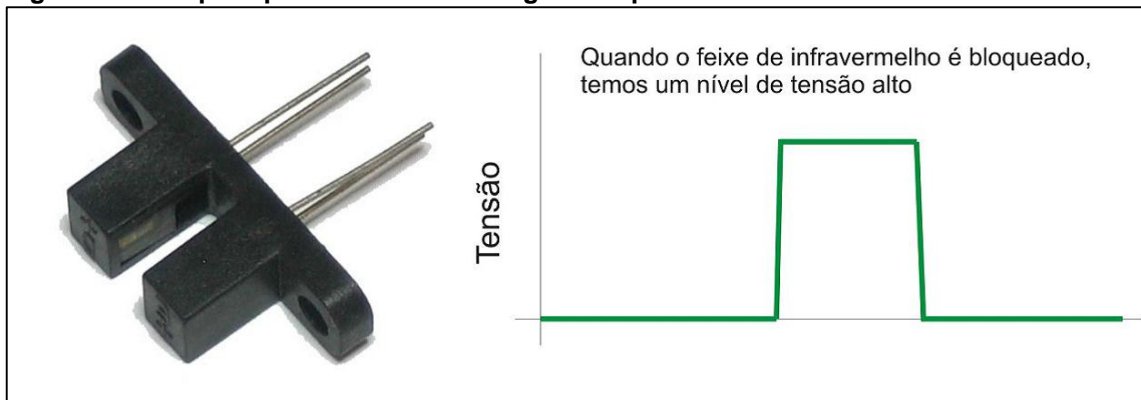


Fonte: Thomazini, Albuquerque (2011)

### 2.5.2 Sensores Digitais

Os sensores digitais podem assumir apenas dois valores em seu sinal de saída podendo ser alto ou baixo, ou simplesmente zero e um. “Ao contrário de um sensor analógico, onde os valores possíveis são teoricamente infinitos, um sensor digital poderá apenas alternar entre certos estados bem definidos, não sendo possível haver um valor intermediário entre eles”. (PATSKO, 2006). Um par óptico (Figura 19), formado por emissor e receptor infravermelho pode ser considerado um sensor digital, pois apenas dois estados são possíveis, quando o feixe de infravermelho atinge o receptor o nível de tensão será baixo, mas se algo bloquear o feixe, o nível de tensão será alto, com isso não existe um nível de tensão intermediário entre eles.

**Figura 19 - Um par óptico é um sensor digital simples**



Fonte: Maxwell Bohr (2006)

### 2.6 SENSOR ÓPTICO

Sensor que funciona à partir da emissão de luz, é capaz de detectar todos os tipos de materiais sem a necessidade do contato mecânico. O sensor óptico possui uma parte emissora e outra receptora no mesmo conjunto óptico. A parte emissora envia uma luz infravermelha para a área de atuação do sensor, quando encontra um objeto, a luz reflete na superfície do objeto detectado e retorna para o elemento receptor.

### 2.6.1 Sensor Óptico por Barreira de Luz

O sensor óptico de barreira (Figura 20) é composto por duas pontas com função sensorial, uma emissora e a outra receptora. A diferença desse sensor é que o mesmo detecta apenas objetos que passem pela barreira entre emissor e receptor.

**Figura 20 - Sensor óptico por barreira de luz**



Fonte: Sense (2017) e Thomazini, Albuquerque (2011)

Nesse tipo de sensor o emissor e o receptor são montados em dispositivos separados, “ao serem alinhados, os dois componentes criam entre si uma barreira de luz. A presença de um objeto interrompendo essa barreira faz com que o sensor seja ativado”. (THOMAZINI, ALBUQUERQUE, 2011, p.32)

### 2.6.2 Sensor Óptico por Reflexão Difusa

Sensor reflexivo possui um emissor e um receptor no mesmo conjunto. O sensor emite um feixe de luz na direção de um objeto distante que funciona como um refletor, volta ao receptor ativando o sensor quando a intensidade de luz atinge um valor limiar predeterminado, conforme mostra a Figura 21.

**Figura 21 - Sensor óptico por reflexão difusa**

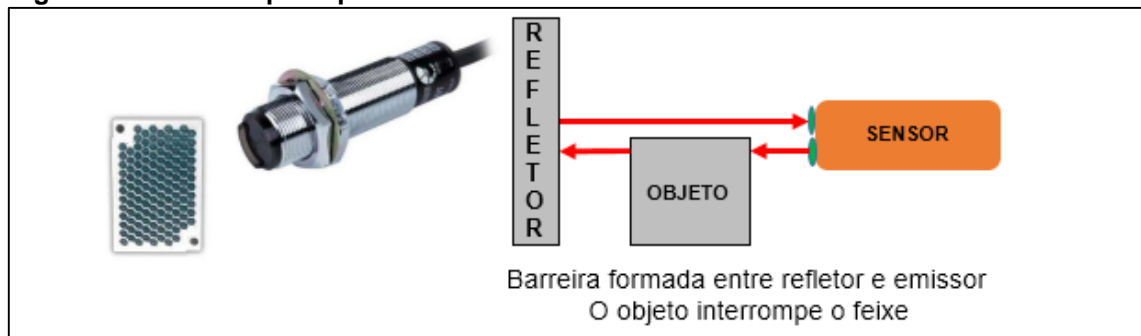


Fonte: Sense (2017) e Thomazini, Albuquerque (2011)

### 2.6.3 Sensor Óptico por Retro reflexão

O emissor e o receptor são montados no mesmo corpo neste modelo. O sensor estabelece um feixe de luz entre emissor e receptor por meio do refletor conforme a Figura 22, quando um objeto interrompe o feixe de luz o sensor é ativado. O objeto detectado pode deixar passar uma intensidade luminosa baixa sem atingir o limiar de detecção, também pode refletir a luz de modo direto ou difusa, desde que o receptor não detecte com a intensidade necessária para acionar o sensor. Por isso objetos brilhantes, muito claros ou transparentes podem deixar de ser detectados por esse modelo de sensor.

**Figura 22 - Sensor óptico por retro reflexão**



Fonte: Sense (2017) e Thomazini, Albuquerque (2011)

A distância de acionamento do sensor de retro reflexão tem total dependência das características do refletor, para que o conjunto funcione corretamente é importante alguns cuidados com o refletor como: limpeza, dimensão e instalação. Caso ocorra uma falha no emissor desse tipo de sensor, o mesmo interpreta como se o objeto estivesse presente. (THOMAZINI, ALBUQUERQUE, 2011).

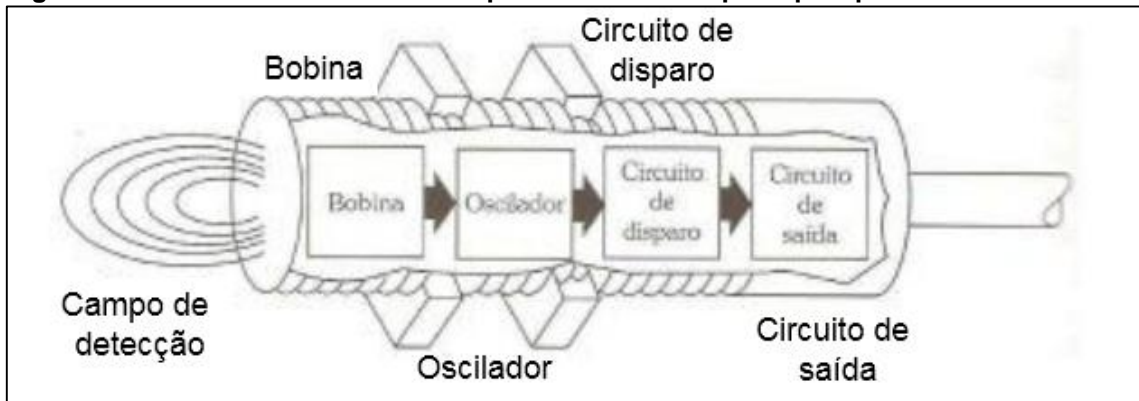
### 2.7 SENSOR INDUTIVO

Sensores indutivos detectam objetos metálicos em pequenas distâncias, apresentam ótima precisão, por isso são definidos como sensores de proximidade. Seu funcionamento se dá através de um campo eletromagnético variável gerado pelo oscilador em conjunto com a bobina. Quando esse campo tem a penetração de um material metálico, são induzidas correntes parasitas. Com a indução no metal, diminui



a energia desse campo e a amplitude do sinal resultante do oscilador, caso esse sinal fique muito baixo, o circuito de disparo detecta a mudança alterando o valor de tensão da saída, gerando um resposta lógica de nível baixo ou alto, utilizada para controlar o processo. A Figura 23 ilustra o diagrama de blocos em corte facilitando o entendimento do funcionamento do sensor indutivo.

**Figura 23 - Sensor indutivo em corte que indica as suas principais partes**

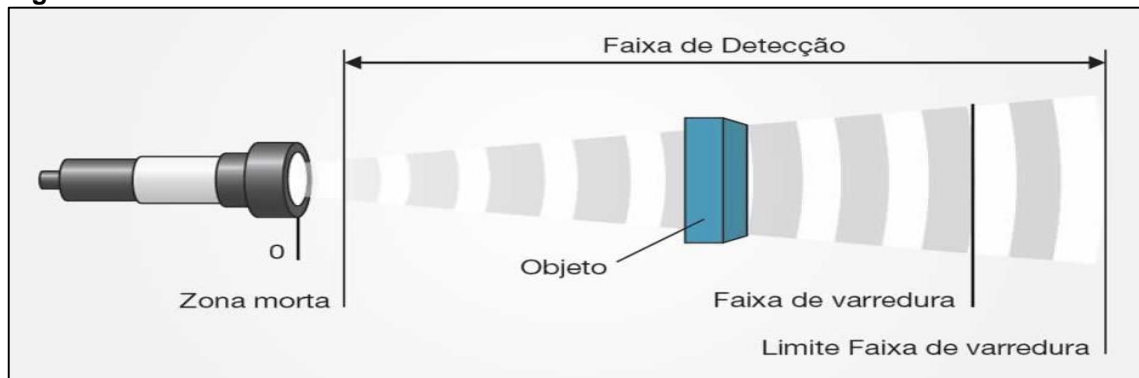


Fonte: Franchi; Camargo (2009, p.70)

## 2.8 SENSOR ULTRASSÔNICO

O princípio de funcionamento do sensor ultrassônico é baseado no envio e recepção de uma onda ultrassônica, esse modelo de sensor possui duas características principais, faixa de medição e a faixa de detecção conforme a mostra a Figura 24.

**Figura 24 - Faixas do sensor ultrassônico**



Fonte: Citisystems, Silveira (2016)

### 2.8.1 Zona Morta

Área próxima ao sensor onde ele não consegue fazer leitura, consequentemente é a menor faixa de varredura confiável, nesse região não pode ter nenhum objeto para evitar erros da medição no sensor.

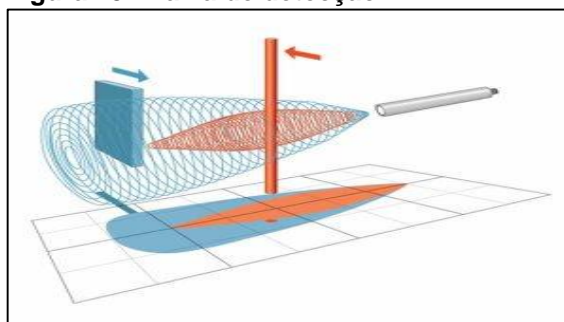
### 2.8.2 Faixa Operacional de Medição

Pode ser chamada também de faixa de varredura é a típica faixa de trabalho do sensor ultrassônico. No caso de objetos com boas propriedades refletoras, é possível operar até a faixa de varredura limite.

### 2.8.3 Faixa de Detecção

Para compreender a faixa de detecção do sensor é necessário observar a Figura 25, quando o bastão é movimentado para lateral surge uma área em vermelho que indica a faixa de trabalho típica de um sensor ultrassom. Já ao movimentar a chapa para a lateral surge uma faixa em azul, a chapa interfere no campo acústico e consegue-se detectar o melhor ângulo entre a chapa e o sensor. Assim, a área em azul deve ser considerada como a faixa máxima de detecção do sensor, reflexos ultrassônicos fora dos cones de som azuis não podem ser avaliados. (SILVEIRA, 2016).

**Figura 25 - Faixa de detecção**

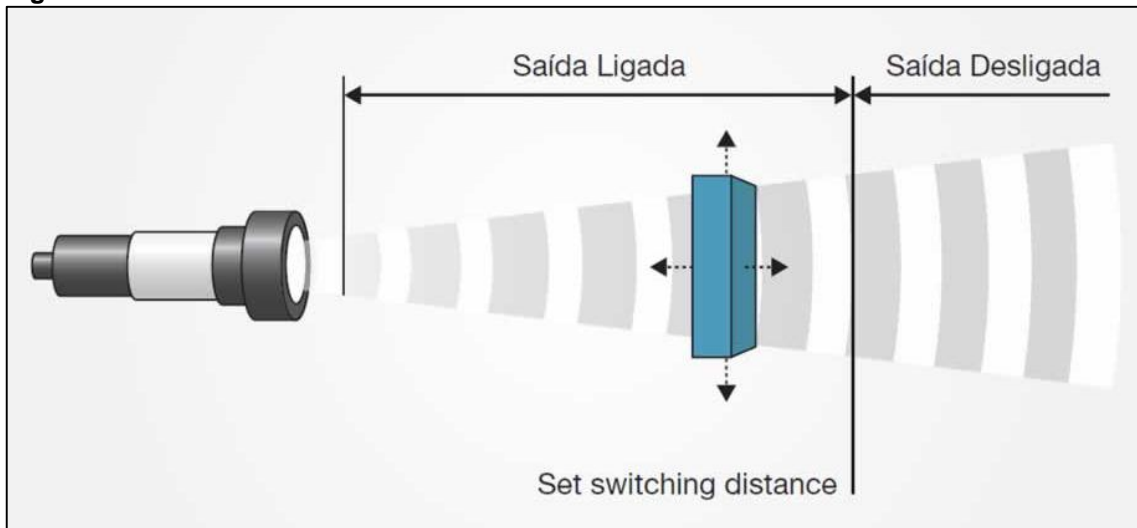


Fonte: Citisystems, Silveira (2016)

#### 2.8.4 Modo Operacional Difuso do Sensor Ultrassônico

Aplicação no modo difuso é a mais comum, segundo (SILVEIRA, 2016) “neste modo de operação o sensor ultrassom acaba levando vantagem perante o difuso por possuir uma supressão de fundo superior”. Devido essa característica quando está em operação digital o sensor é ativado logo que localiza o objeto dentro da distância de detecção configurada conforme mostra a Figura 26. Principais aplicações nesse modo são, medição de nível, verificação de presença, contagem de objetos que passam em uma esteira, medição de altura e largura.

**Figura 26 - Sensor ultrassônico no modo difuso**



Fonte: Citisystems, Silveira (2016)

### 3 SISTEMA DE DETECÇÃO PARA FIM DE FILME

A proposta para desenvolver o sistema de detecção automática para fim de filme está baseada na implementação de sensores com capacidade de fazer a leitura do diâmetro do filme antes da embaladora liberar a entrada da bobina de embalagens cartonadas. Para isso o primeiro ponto a ser considerado nesse trabalho é a escolha do modelo de sensor e a posição em que o mesmo deve ser fixado na estrutura da embaladora.

#### 3.1 DEFINIÇÃO DO MODELO DE SENSOR

São vários os modelos de sensores disponíveis para as mais diversas aplicações industriais, considerando a principal função destinada ao sensor, medir o diâmetro do rolo de plástico, optou-se em utilizar o sensor ultrassônico para desenvolver a proposta do sistema de detecção para fim de filme na embaladora. O sensor ultrassônico é viável pois é muito utilizado na indústria para medição de distância devido a precisão, podem medir distâncias que variam de 20 milímetros a 20 metros com erro de medição de 1% do valor medido.

Após várias pesquisas consultando catálogo dos mais diversos fabricantes de sensores ultrassônicos como: SIEMENS, SENSE, BAUMER, BALLUF, optou-se pelo modelo US1300-30GX98-2E2-J-V1, conforme pode ser visto na Figura 27, da empresa SENSE. Para escolha do sensor foi levado em consideração várias características como: zona morta: 300 mm, zona de detecção: 300 - 1300 mm, precisão: 0,18 mm, saída: digital, dentre outras características conforme anexo A.

**Figura 27 - SENSE US1300-30GX98-2E2-J-V1**



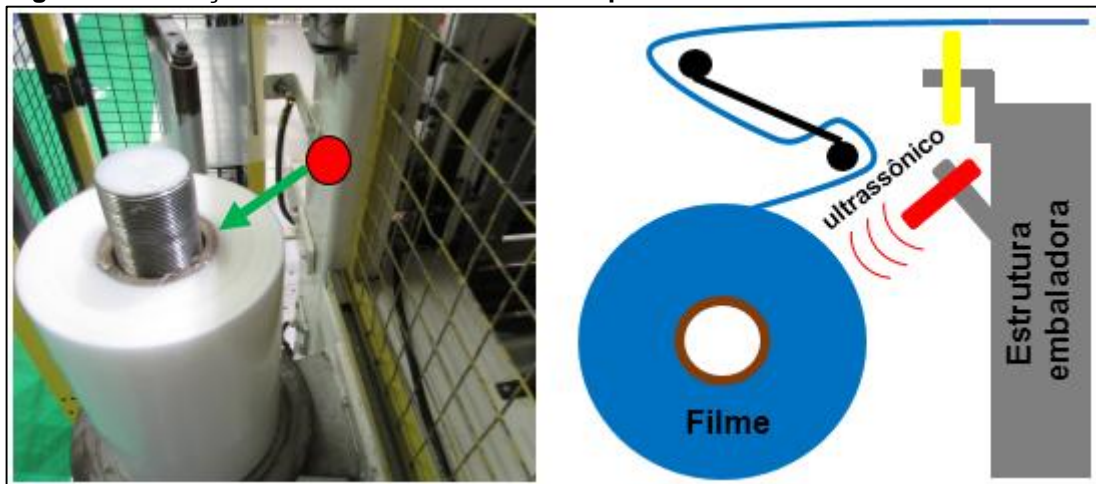
Fonte: SENSE (2017)

O sensor US1300 possui saída digital (S1 e S2), sendo possível definir distâncias diferentes para cada saída através do ajuste do potenciômetro de cada uma, com isso é possível configurar o sensor para atuar no sistema de detecção para fim de filme na embaladora.

### 3.2 DEFINIÇÃO DA POSIÇÃO DOS SENSORES

Definido o modelo de sensor bem como o levantamento de suas características, o próximo passo é definir qual posição será fixado cada sensor na estrutura da embaladora. A Figura 28 ilustra a posição do filme da selagem vertical e a posição definida para o sensor ultrassônico US1300, o círculo em vermelho deve ser considerado como sensor e a linha em verde o raio de leitura do sensor, lembrando que essa posição vale para ambos os filmes verticais tanto da direita como o da esquerda.

**Figura 28 - Posição definida do sensor US1300 para o filme lateral**

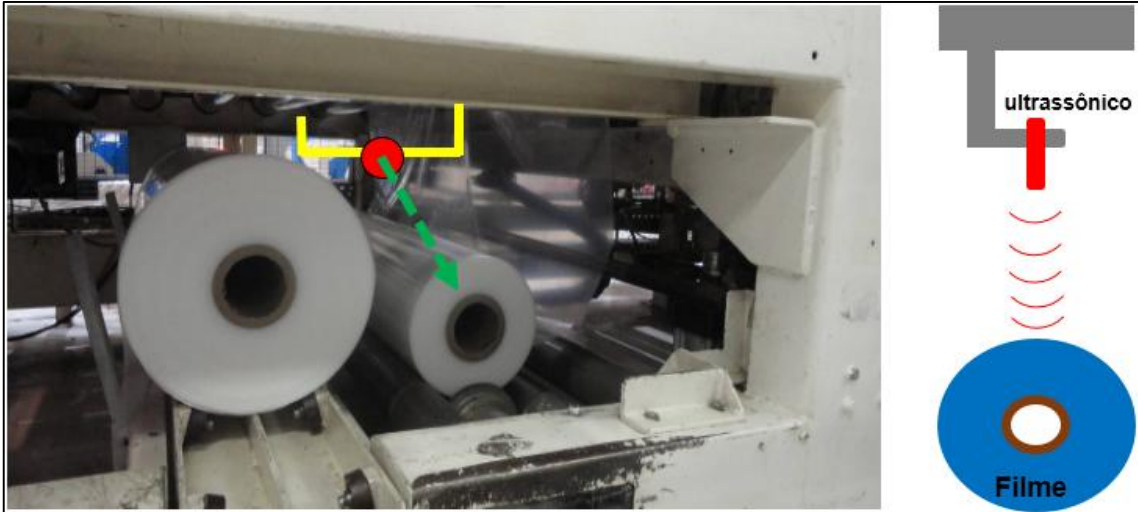


Fonte: Autoria própria

A próxima etapa para o desenvolvimento da proposta é a definição da posição dos sensores utilizados para os filmes horizontais da embaladora, como a posição dos filmes estão em lugares diferentes não seguindo o mesmo padrão como os filmes laterais é preciso definir posições diferentes para cada um dos filmes, ou seja, para o filme horizontal inferior será definido uma posição e para o filme superior outra posição respeitando a estrutura do equipamento. A Figura 29 ilustra a posição do filme horizontal inferior, o círculo em vermelho deve ser considerado como o sensor

ultrassônico US1300, a linha traceja em verde o raio de leitura do sensor em amarelo o suporte para fixação do sensor na estrutura da embaladora.

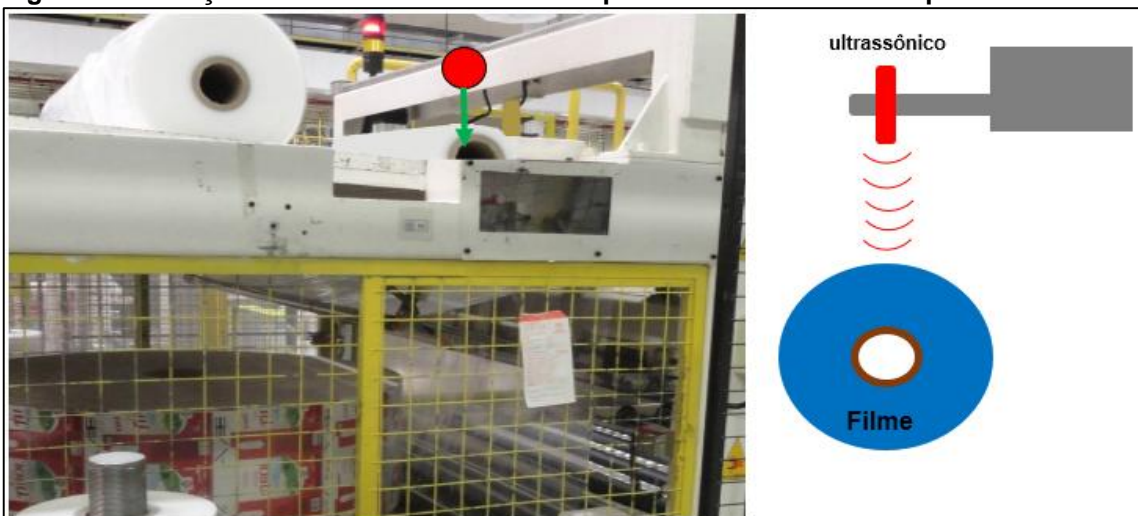
**Figura 29 - Posição definida do sensor US1300 para o filme horizontal inferior**



Fonte: Autoria própria

Como foi mencionado anteriormente a posição do filme horizontal superior é diferente da inferior, conseqüentemente a posição do sensor também deve ser outra. Fica fácil entender tomando como base a Figura 30, onde o círculo vermelho é o sensor e a linha verde o raio de leitura do sensor.

**Figura 30 - Posição definida do sensor US1300 para o filme horizontal superior**



Fonte: Autoria própria

Para definir a posição dos sensores foram utilizados dois critérios, formar um ângulo de 90° entre o sensor e o filme para correta leitura do sensor e respeitar a área

da zona morta do sensor US1300, com isso em todas as posições o sensor está afastado 300 milímetros do rolo de filme.

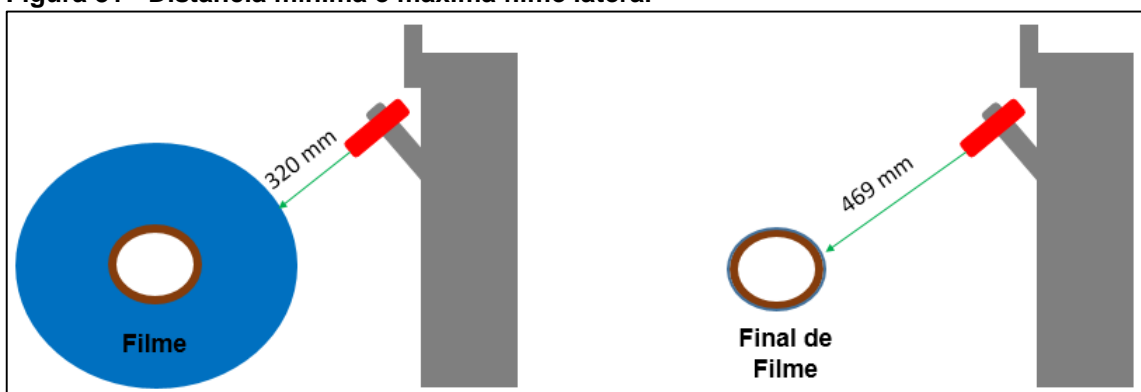
### 3.3 IMPLEMENTAR SENSOR

Definido o modelo de sensor para o sistema bem como sua posição, a etapa final é implementar o sensor dentro do sistema configurando de acordo com as características necessárias para desempenhar a função desejada.

#### 3.3.1 Configurar Sensor US1300 Filme Vertical

O sensor ultrassônico está distante 320 milímetros em relação ao rolo de filme plástico, importante salientar que esta medida está relacionada ao rolo de filme completo. Outra medida importante é em relação ao fim do rolo, onde o comprimento restante de filme não deve ser menor do que três metros (tamanho suficiente para envolver a bobina de embalagens cartonadas por completo), com essa informação é possível fazer a medição entre o sensor e o rolo de filme final, a medida encontrada é 469 milímetros conforme mostra a Figura 31.

**Figura 31 - Distância mínima e máxima filme lateral**

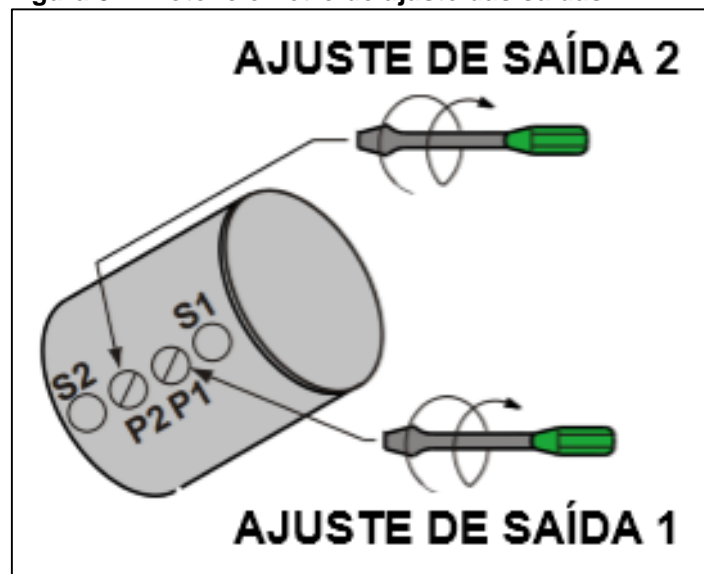


Fonte: Autoria própria

Os sensores US1300 possuem dois potenciômetros (Figura 32), um para ajuste da saída S1 e outro para ajuste da saída S2. Com os valores das distancias mínima e máxima do rolo de filme em relação a face sensora é possível fazer o ajuste das saídas, fixado o sensor na posição correta o mesmo deve ser alimentado (12 a 30Vcc),

o potenciômetro P2 é ajustado (320 mm) até que o led da saída S2 acenda indicando que detectou o rolo de filme completo, já o potenciômetro P1 deve ser ajustado (469 mm) após a troca do rolo de filme completo por outro que esteja com filme final, a sequência será a mesma ajustando P1 até o led da saída S1 acender. As saídas S1 e S2 são configuradas com a condição S1 maior que S2 ( $S1 > S2$ ) normalmente fechado, ou seja, caso a distância do filme em relação a face sensora seja inferior a mínima 320 mm ou superior a 469 mm, ambas as saídas estão acionadas, como o sensor está configurado inicialmente com os contatos normalmente fechado quando as saídas são acionadas os contatos passam para o estado normalmente aberto.

Figura 32 - Potenciômetro de ajuste das saídas



Fonte: SENSE (2017)

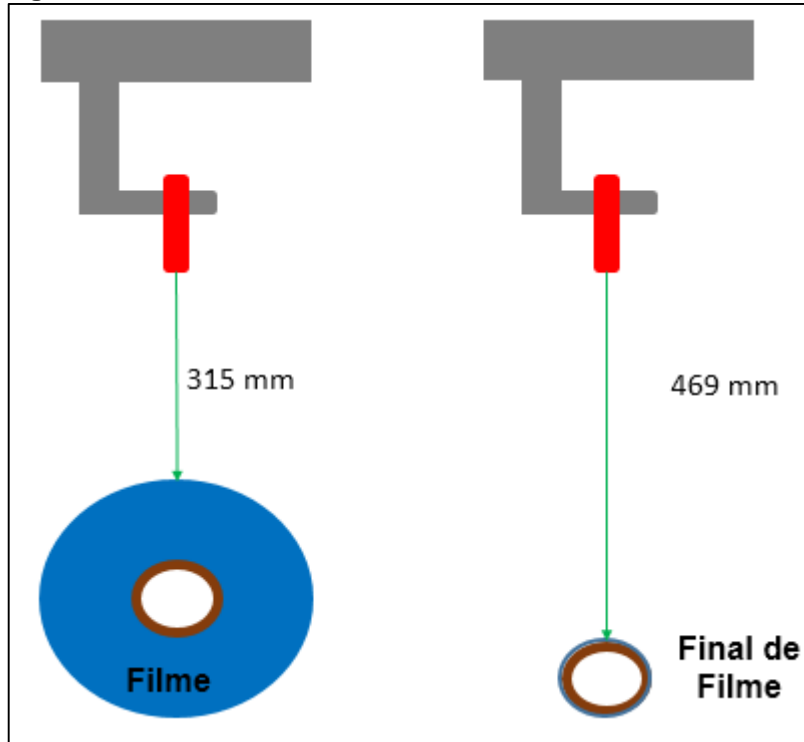
### 3.3.2 Configurar Sensor US1300 Filme Horizontal Inferior

A distância entre o sensor ultrassônico e o rolo de filme plástico é de 315 milímetros, considerando um rolo de filme completo. Outra medida importante é em relação ao fim do rolo, onde o comprimento restante de filme não deve ser menor do que dois metros (medida suficiente para envolver a bobina de embalagens cartonadas por completo), com essa informação é possível fazer a medição entre o sensor US1300 e o rolo de filme final, a medida encontrada é 469 milímetros conforme a



Figura 33. Obtido as medidas máxima e mínima o próximo passo a ser executado é realizar o ajuste do sensor.

**Figura 33 - Distância mínima e máxima filme horizontal inferior**



Fonte: Autoria própria

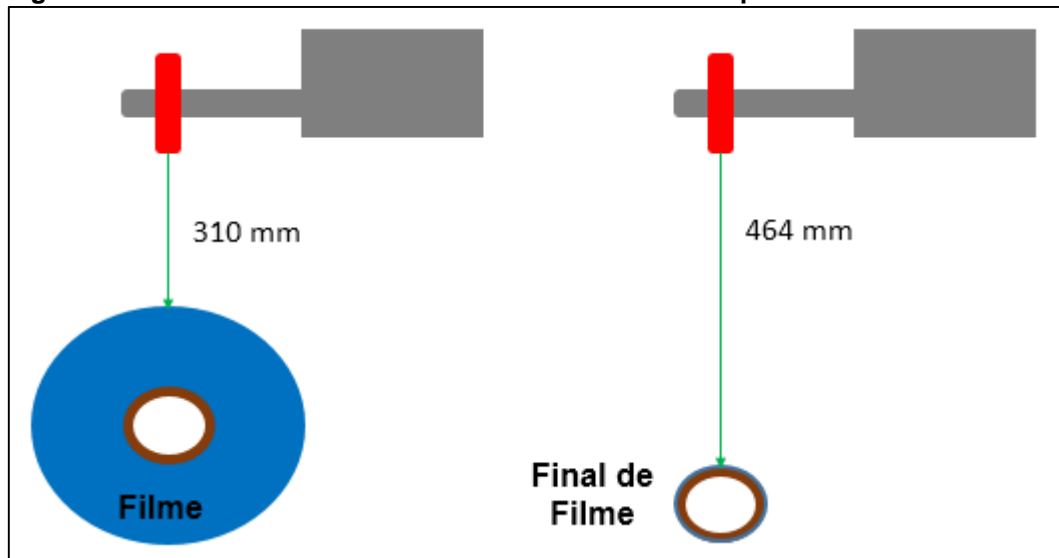
Os passos para ajuste do sensor são os mesmos como citado anteriormente. Com os valores das distâncias mínima e máxima do rolo de filme em relação a face sensora é feito o ajuste das saídas, o potenciômetro P2 é ajustado com o rolo de filme completo, já o potenciômetro P1 deve ser ajustado com o rolo de filme final, as saídas S1 e S2 são configuradas com a condição  $S1 > S2$ , ou seja, caso a distância do filme em relação a face sensora seja inferior a mínima 315 mm, ambas as saídas estão acionadas, o mesmo ocorre se a distância for superior a 469 mm.

### 3.3.3 Configurar Sensor US1300 Filme Horizontal Superior

A distância entre o sensor ultrassônico e o rolo de filme plástico é de 310 milímetros, sendo um rolo de filme completo. A outra medida é em relação ao fim do rolo, onde o comprimento restante de filme não deve ser menor do que dois metros (medida suficiente para envolver a bobina de embalagens cartonadas por completo),

com essa informação é possível fazer a medição entre o sensor e o rolo de filme final, a medida encontrada é 464 milímetros conforme mostra a Figura 34.

**Figura 34 - Distância mínima e máxima filme horizontal superior**



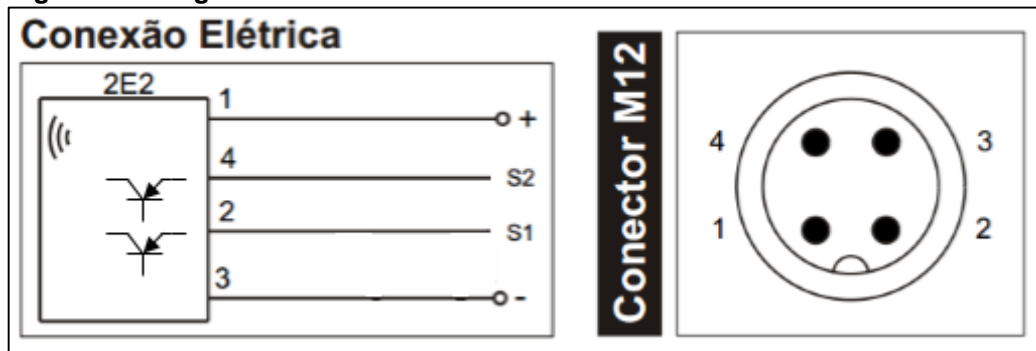
Fonte: Autoria própria

O ajuste dos potenciômetros segue a mesma sequência citada anteriormente, o que muda são os valores, P2 deve ser configurado com 310 mm e P1 com 464 mm. As saídas S1 e S2 são configuradas com a condição S1 maior que S2 ( $S1 > S2$ ), ou seja, caso a distância do filme em relação a face sensora seja menor que a mínima 310 mm, ambas as saídas estão acionadas, o mesmo ocorre se a distância for maior que 464 mm.

### 3.3.4 Diagrama de Conexões

Realizado o ajuste dos sensores a próxima etapa é fazer a ligação dos sensores para atuarem ao detectar o final do filme. Os sensores estão configurados com as saídas normalmente fechadas, ou seja, enquanto o sensor detecta presença de filme dentro dos limites máximo e mínimo ajustados ele mantém as saídas desativas (contato fechado), quando algum valor mínimo ou máximo sair fora da área de detecção do sensor a saída é ativada (contato aberto). O sensor ultrassônico US1300 possui quatro fios, a Figura 35 mostra o diagrama de conexões e a disposição dos fios no conector.

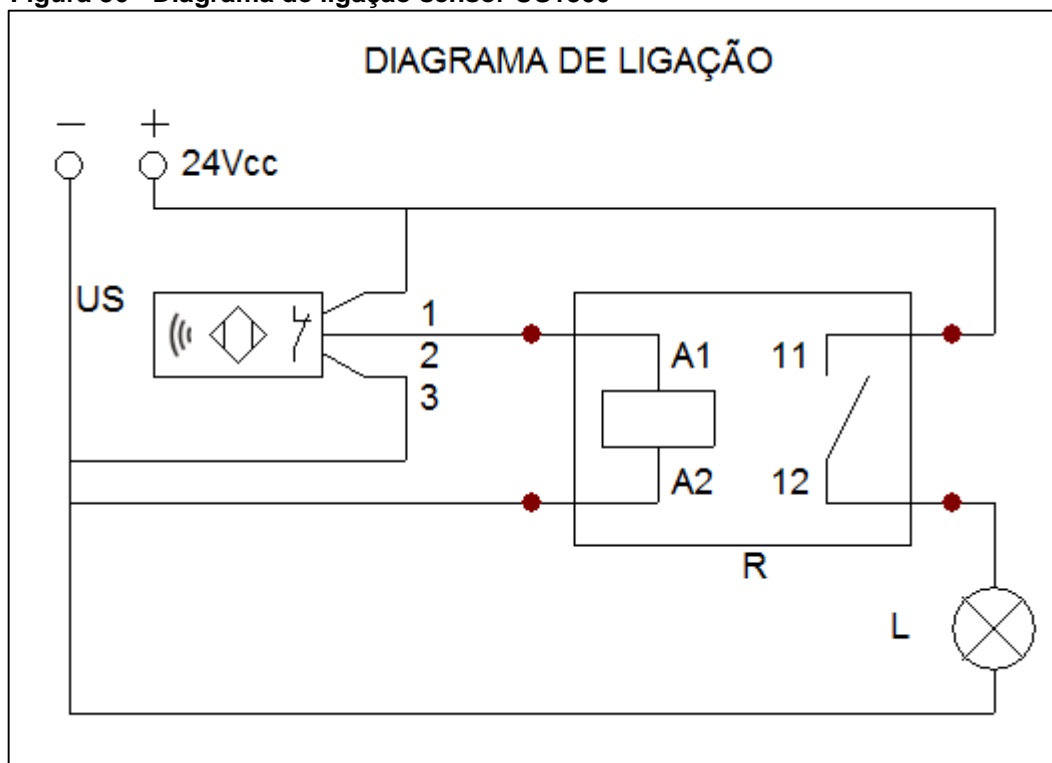
Figura 35 - Diagrama de conexões sensor US1300



Fonte: Manual de instruções SENSE (2017)

Como o acesso ao diagrama elétrico da embaladora é restrito devido a condições de garantia do fabricante o sistema de detecção para fim de filme pode ser aplicado externamente de acordo com a Figura 36.

Figura 36 - Diagrama de ligação sensor US1300



Fonte: CADe Simu (2017)

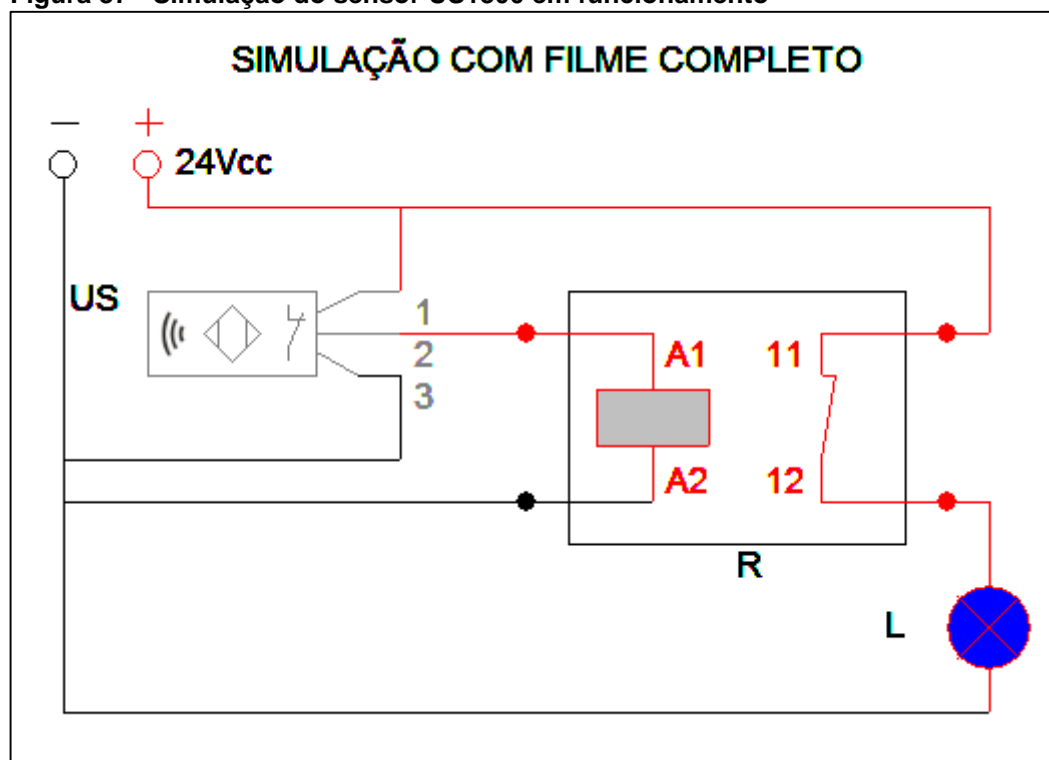
O sensor (US) recebe alimentação de 24 volts na conexão 1, a conexão 3 é ligada no negativo da fonte, já a conexão 2 é a saída do sensor (S1) e deve ser ligada na bobina (A1) do borne relé (R), a lâmpada (L) é ligada no contato aberto do relé (12). Nota-se que a conexão 4 (saída 2 do sensor) não aparece no diagrama, isso ocorre porque S2 está configurada para detectar o filme completo, lembrando que a

função principal é detectar o final do filme, então S2 não precisa ser conectada já que se a saída S1 for ativada ela ativa S2 também.

### 3.3.5 Simulação com Funcionamento do Sensor US1300 no Sistema

A Figura 37 ilustra o funcionamento do sensor (US) com o rolo de filme plástico dentro do ajuste máximo, com isso a lâmpada (L) está acesa indicando presença de filme suficiente para acondicionar a bobina por completo, isso é visível devido a saída do sensor (2) que está desativada (normalmente fechada) acionando a bobina do borne relé (R), consequentemente fechando os contatos 11 e 12 com isso a lâmpada acende.

Figura 37 - Simulação do sensor US1300 em funcionamento

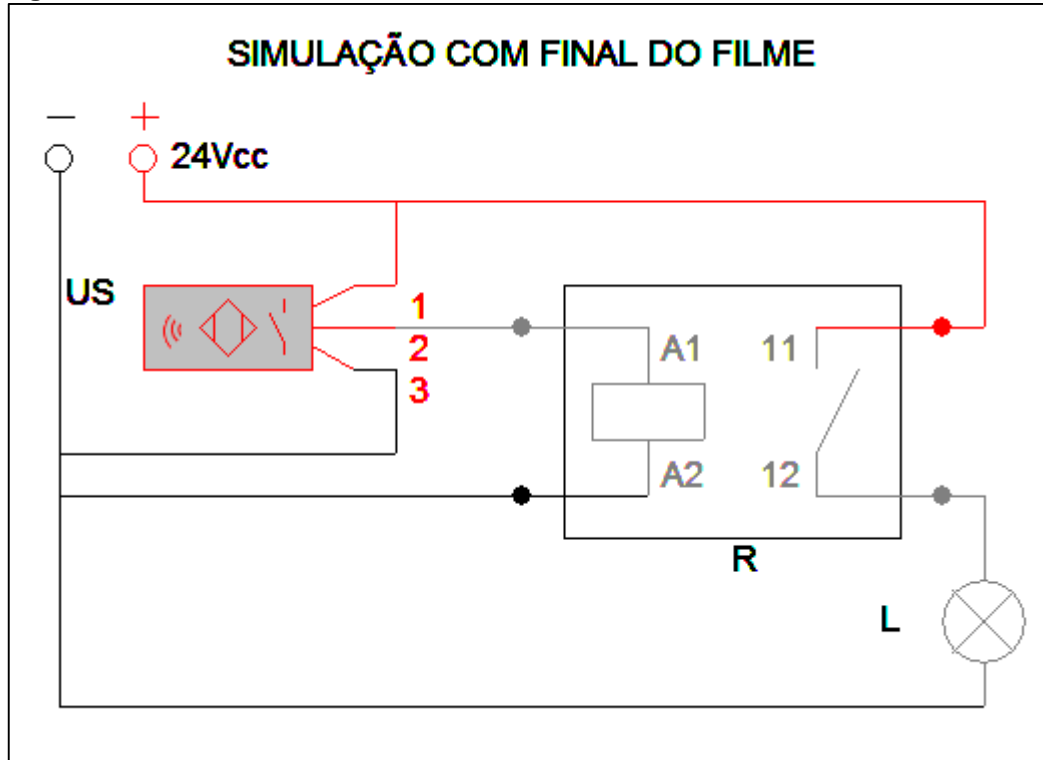


Fonte: CADe Simu (2017)

Na Figura 38 a lâmpada (L) está apaga, pois o sensor não detecta o filme dentro do ajuste mínimo, a saída do sensor (2) é ativada, com isso deixa de ser normalmente fechada e passa para o estado normalmente aberto interrompendo a alimentação da bobina do relé, com isso o contato 11 e 12 do borne relé é desligado apagando a

lâmpada indicando que o filme não é suficiente para embalar a bobina de embalagens cartonadas.

Figura 38 - Sensor US1300 detectando final do filme



Fonte: CADe Simu (2017)

Como mencionado anteriormente esse sistema é montado separadamente devido à falta de acesso ao diagrama da embaladora, para demonstrar o funcionamento foi colocado uma lâmpada a qual indica a condição do filme, lâmpada acesa embaladora tem filme suficiente, lâmpada apagada sem filme na embaladora. Com acesso ao diagrama a proposta é colocar o contato 11 e 12 do borne relé como uma condição dentro do diagrama da embaladora, ou seja, quando o sensor detecta filme (contato fechado) ele mantém sinal para entrada de bobina na embaladora e caso detecte final do filme (contato aberto) a entrada de bobina não é acionada.

### 3.4 CUSTOS E RETORNO DE INVESTIMENTO

Para implementar o sistema de detecção para fim de filme são necessários quatro sensores ultrassônicos SENSE US1300-30GX98-2E2-J-V1 e quatro cabos de conexão SENSE CFV190/10PU, conforme orçamento realizado com a empresa

ELCONI (anexo B) cada sensor custa R\$ 1.390,37 e o cabo de conexão R\$ 95,14 o custo total fica R\$ 5.961,07. Como foi citado anteriormente durante um dia de funcionamento a fábrica de embalagens cartonadas tem uma perda estimada de R\$ 27,36 calculando a perda no mês o valor obtido é R\$ 820,80. Considerando o custo total do investimento e o custo mensal de perdas geradas são necessários oito meses para obter o retorno do investimento conforme ilustra a Figura 39.

Figura 39 - Cálculo para retorno do investimento



Fonte: Depositphotos (2017)

## 4.CONCLUSÃO

Tendo em vista os objetivos traçados e todo conhecimento agregado durante o desenvolvimento do trabalho, considera-se que foi muito proveitoso do ponto de vista acadêmico e profissional para formação de Tecnólogo em Automação Industrial, onde houve a possibilidade de trabalhar com várias áreas relacionados ao conhecimento da Automação Industrial, além de mostrar brevemente a história das embalagens cartonadas desde sua criação até os dias atuais, detalhando características construtivas das embalagens e dados de consumo nos dias atuais.

A base principal foi o estudo dos sensores através da proposta sugerida, a qual era desenvolver um sistema capaz de fazer a detecção para final de filme na embaladora. Inicialmente foram apresentadas as características da máquina bem como as etapas de funcionamento para o entendimento do problema apresentado. Além do problema envolver questões de qualidade do produto final bobinas de embalagens cartonadas, outro ponto importante levantado foi a questão do prejuízo financeiro que a fábrica tem com esse modo de falha no equipamento.

Um ponto negativo foi com relação a falta de acesso ao diagrama elétrico da embaladora devido a questões técnicas como a garantia do equipamento fornecida pelo fabricante. Com esse problema o sistema de detecção teve de ser proposto como um sistema externo, para isso foi feita simulação do funcionamento à partir do programa CADE Simu facilitando o entendimento de como o sistema se comporta durante seu funcionamento. Um ponto positivo está relacionado a questões de investimento, pois com o equipamento operando com o sistema proposto a estimativa é de que em oito meses a fábrica já tendo retorno, além de garantir com maior confiabilidade a qualidade do produto final as bobinas de embalagens cartonadas.

O sistema apresenta uma automatização importante para a embaladora, se integrado ao equipamento tem uma funcionalidade totalmente efetiva na correção da falha para fim de filme. Sendo assim, o trabalho foi de grande importância agregando conhecimento e dando um visão mais ampla de diversos tópicos e assuntos estudados por toda graduação.

## 5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF SENSOR. **Sensor óptico de barreira**. Disponível em: <<http://www.abraf.com.br/sensor-optico-barreira>>. Acessado em: 26 mar. 2017.

AULETE DIGITAL. **Balancim**. Disponível em: <<http://www.aulete.com.br/balancim>>. Acessado em: 27 mar. 2017.

BORGES, C. **Envase: garantia de qualidade e proteção**, n. 200, p. 38, maio 2014.

CAPELLI, A. **Automação Industrial**. Controle do movimento e processos contínuos. 2. ed. São Paulo: Érica, 2008.

CH.SYSTEM. **Packaging Machines**. Disponível em: <<http://www.chsystem.dk/index.php/packaging-machines>>. Acessado em: 17 mar. 2017.

DEPOSITPHOTOS. Stock photo drawing profit. Disponível em: <[http://st.depositphotos.com/1020634/1891/i/950/depositphotos\\_18910289-stock-photo-drawing-profit.jpg](http://st.depositphotos.com/1020634/1891/i/950/depositphotos_18910289-stock-photo-drawing-profit.jpg)>. Acessado em: 28 mai. 2017.

FRAGMAQ. **Para que serve uma esteira transportadora industrial**. 12 mar. 2014. Disponível em: <<http://www.fragmaq.com.br/blog/serve-esteira-transportadora-industrial/>>. Acessado em 25 mar. 2017.

FRANCHI, M. C; CAMARGO, A. L. V. **Controladores Lógicos Programáveis**. Sistemas Discretos. 2. ed. São Paulo: Érica, 2009.

INOUE, I. **Influências da Incorporação PEBDL em PEBD Industrial**. Boletim técnico nº 1. Brasken. 1999.

MARTINS, T. Contagem regressiva. **Revista Pack**. São Paulo, n. 200, p. 4, maio 2014.

NASCIMENTO, M. M. R; VIANA, M. M. M; SILVA, G. G; BRASILEIRO, B. L. Embalagem Cartonada Longa Vida: Lixo ou Luxo? **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo, vol. 25, maio 2007.



PATSKO, F. L. **Tutorial Aplicações. Funcionamento e utilização de sensores**. 18 dez. 2006. Disponível em: <[http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000\\_kdr5000/tutorial\\_eletronica\\_-\\_aplicacoes\\_e\\_funcionamento\\_de\\_sensores.pdf](http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_-_aplicacoes_e_funcionamento_de_sensores.pdf)>. Acessado em: 26 mar. 2017.

RODA, T. D. **Blendas**. 12 jun. 2011. Disponível em: <<http://www.tudosobreplasticos.com/compostos/blendas.asp>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

ROSÁRIO, M. J. **Automação Industrial**. 1. ed. São Paulo: Baraúna, 2009.

SENSE. **Manual de Instruções. Sensor Ultrassônico Digital US1300**. out. 2014. Disponível em: <[http://www.sense.com.br/arquivos/produtos/arq2/Sensores\\_Ultrass%C3%B4nicos\\_US1300\\_2E2\\_Manual\\_Instala%C3%A7%C3%A3o\\_Rev\\_A.pdf](http://www.sense.com.br/arquivos/produtos/arq2/Sensores_Ultrass%C3%B4nicos_US1300_2E2_Manual_Instala%C3%A7%C3%A3o_Rev_A.pdf)>. Acessado em: 28 mar. 2017.

SILVEIRA, B. C. **Sensor Ultrassom Industrial**. Saiba como especificar. 17 nov. 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/sensor-ultrassom/>>. Acessado em: 26 mar. 2017.

SILVEIRA, B. C. **10 Aplicações para o Sensor Ultrassônico na Indústria**. 17 nov. 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/sensor-ultrassom/>>. Acessado em: 26 mar. 2017.

TETRA PAK. **Embalagens da Tetra Pak**. Tetra Classic. Disponível em: <<http://www.desenvolvimentografico.com.br/embalagens>>. Acessado em: 14 mar. 2017.

TETRA PAK. **História da Tetra Pak**. Nossa história desde 1940 até os dias de hoje. Disponível em: <<http://www.tetrapak.com/br/about/history>>. Acessado em: 14 mar. 2017.

THOMAZINI, D; ALBUQUERQUE, B. U. P. **Sensores Industriais**. Fundamentos e aplicações. 4. ed. São Paulo: Érica, 2011.

VALOR ECONÔMICO. Tetra Pack nega influência de embalagem na crise do leite. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/arquivo/1000027104/tetra-pak-nega-influencia-de-embalagem-na-crise-do-leite>>. Acessado em 20 mar. 2017.

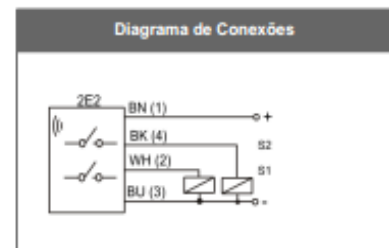
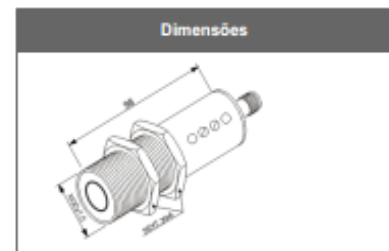
**ANEXO A – Datasheet US1300-30GX98-2E2-J-V1**

Figura 40 - Datasheet US1300-30GX98-2E2-J-V1



### US1300-30GX98-2E2-J-V1

Características técnicas	
Série	sensores ultrassônicos
Tipo	tubular
Tempo de start-up	1 s
Norma de conformidade	IEC 60947-5-3
Tensão de alimentação	12 a 30 Vcc
Ripple	10%
Corrente de consumo	< 80 mA
Tipo de rosca	M30x1,5mm
Diâmetro	30 mm
Faixa de operação	300 - 1300 mm
Ajuste de distância	através de potenciômetro
Zona Morta	300 mm
Histerese	30 mm
Repetibilidade	2% do span
Material da frente	PBT
Peso	aprox. 200 g
Conexão	conector M12
Número de fios/ pinos	4 pinos
Frequência do transdutor	185 KHz
Resolução	0,18 mm
Corrente máxima comutação	200 mA
Frequência de operação	4 Hz
Tipo de saída	digital dupla
Configuração de saída	PNP - NA/ NF
Proteção de saída	curto circuito e inversão de polaridade
Influência da temperatura	± 0,3% do span
Material do invólucro	aço inox
Grau de proteção	IP 67
Temperatura de operação	-25°C a + 70°C
Led de sinalização	amarelo (saídas) verde (alimentação)



### Accesório: Conectores M12 - Cabos Injetados

Part Number	Modelo	Montagem	Número de contatos	Configuração elétrica	Número de fios
5000004847	CF-V1R/2	Reito	4 contatos	CC	4 fios
5000004848	CF-V190/2	90°	4 contatos	CC	4 fios

### Accesório: Fontes KFT - Fontes de Alimentação

Reservamo-nos o direito de modificar as informações aqui contidas sem prévio aviso.

**ANEXO B** – Orçamento sensor US1300 e cabo de conexão.

