

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PONTA GROSSA**

DIOGO AUGUSTO BASSO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE DETECÇÃO DE LÍQUIDO
RESIDUAL DE SODA CÁUSTICA E TUBOS DE ENCHIMENTO EM
UMA CERVEJARIA**

**Ponta Grossa, PR.
2014**

DIOGO AUGUSTO BASSO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE DETECÇÃO DE LÍQUIDO
RESIDUAL DE SODA CÁUSTICA E TUBOS DE ENCHIMENTO EM
UMA CERVEJARIA**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à Coordenação de Eletrônica no Campus Ponta Grossa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná para a elaboração do trabalho de conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial.

Orientador: Marcella Scoczynski Ribeiro Martins

**Ponta Grossa, PR
2014**

Espaço destinado a elaboração da ficha catalográfica sob responsabilidade exclusiva do Departamento de Biblioteca da UTFPR.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa

DAELE – Departamento de Eletrônica
Tecnologia em Automação Industrial



TERMO DE APROVAÇÃO

(A SER FORNECIDA PELA SECRETARIA DO CURSO)

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE DETECÇÃO DE LÍQUIDO RESIDUAL DE SODA CÁUSTICA E TUBOS DE ENCHIMENTO EM UMA CERVEJARIA

por

DIOGO AUGUSTO BASSO

Este(a) Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado(a) em 09 de dezembro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Marcela S. R. Martins
Prof.^a Orientadora

Júlio Cesar Guimarães
Membro titular

Edson Luiz Salgado
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso de Tecnologia em Automação Industrial

Dedico este trabalho a Nossa Senhora Aparecida e a Jesus Cristo por me guiarem durante todos esses anos em que estive na universidade, me dando paciência e coragem para prosseguir até o final deste curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus** por ter me dado o dom da vida e a **Nossa Senhora Aparecida** por estarem me acompanhando todos esses anos.

Agradeço enormemente a minha esposa **Erika Schemiguel Basso**, por toda paciência e compreensão em todos estes anos acadêmicos, me ajudando, aconselhando e dando forças para chegar a tão sonhada formatura, sem você eu não conseguira chegar até o fim, te amo nega.

Agradeço a minha **Mãe** e meus **Irmãos** por me incentivarem a entrar na universidade, procurando uma formação acadêmica.

Agradeço ao meu **Pai**, que do céu esteve orando e olhando por mim.

Agradeço a todos os **amigos** que estiveram comigo durante alguns períodos do curso, aonde criamos muitas histórias.

Agradeço muito a Professora **Marcella Scoczynski Ribeiro Martins**, minha orientadora, que além da amizade que criamos durante as disciplinas que ela ministrou, topou o desafio de ser minha orientadora neste trabalho de conclusão de curso, sem sua paciência, dedicação e conhecimento, este trabalho não teria a consistência necessária para ser defendido.

Agradeço ao **Anderson Belo**, Gerente da Manutenção na empresa qual eu trabalho, pela liberação das informações necessárias para a criação deste trabalho de conclusão de curso.

Agradeço também a todos os **Professores** do curso de Tecnologia em Automação Industrial, pelos conhecimentos ensinados em sala de aula.

*Se Deus te desse só o amanhã pra sentir
O que nunca sentiu, sentiria?
Qual seria sua última oração?*

(Banda Rosa de Saron)

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo desenvolver um sistema de detecção de resíduos de soda cáustica e tubos de enchimento em uma cervejaria da cidade.

Foram utilizados equipamentos adquiridos pela empresa para instalação e montagem destes sistemas, onde foi utilizada a linguagem de programação *ladder* para desenvolvimento do programa.

Além da utilização da programação, foram instalados dois conjuntos de sensores para detecção e uma central de comando que utiliza um *led* indicador de falhas e um botão de *reset* para apagar a falha após a inspeção e retirada das garrafas com os problemas indicados.

Este trabalho foi desenvolvido a fim de garantir uma inspeção mais fina das garrafas de cerveja antes do seu envasamento, pois o processo envolve a lavagem interna e externa da garrafa com uma solução cáustica aquecida a 80 °C. Após esta lavagem as garrafas passam por uma inspetora eletrônica que está sujeita a não rejeitar as garrafas com líquido residual quando apresentar alguma falha.

Os resultados obtidos na implementação do trabalho proporcionaram uma última inspeção antes do contato das garrafas com a cerveja, aumentando a confiabilidade do produto em relação à alta qualidade exigida pela empresa.

ABSTRACT

This study aims to develop a caustic residue detection system and filling tubes in a brewery in the city.

Equipment used was purchased by the company for installation and assembly of these systems, one we used the ladder programming language for developing the program.

In addition to using the program were made in two sets of sensors for detection and a control unit that uses an LED fault indicator and a reset button to clear the fault after inspection and removal of the bottles with the indicated problems.

This work was developed in order to ensure a finer inspection of beer bottles before your potting because the process involves internal and external washing of the bottle with a caustic solution heated to 80 degrees. After this wash the bottles pass through an electronic inspector that is subject to not reject the bottles with residual liquid when is defective.

The results of the implementation of the work provided a final inspection before contact of the bottles with the beer, increasing the reliability of the product in relation to the high quality demanded by the company.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo das garrafas na linha de produção.....	16
Figura 2 – Projeto do inspetor de líquido residual e bico.....	18
Figura 3 – Exemplo dos problemas que serão inspecionados.....	19
Figura 4 – Diagrama de operação do sensor indutivo.....	22
Figura 5 – Diagrama de operação de um sensor infravermelho.....	23
Figura 6 – Tela de alarmes do sinóptico da enchedora.....	27
Figura 7 – Tela da lógica de programação utilizada.....	28
Figura 8 – Tela da mensagem que será enviada para a IHM.....	29
Figura 9 – Gráfico com quantidade de falhas por bico solto.....	31
Figura 10 – Gráfico com a quantidade de falhas por líquido residual.....	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	TEMA DA PESQUISA.....	15
1.1.1	Delimitação do Tema.....	15
1.1	PROBLEMA.....	15
1.2	HIPÓTESE / PREMISSA	16
1.3	OBJETIVOS.....	16
1.3.1	Objetivo Geral.....	16
1.3.2	Objetivos Específicos.....	16
1.4	JUSTIFICATIVA.....	17
1.5	MÉTODO DA PESQUISA	17
2	DESENVOLVIMENTO	17
2.1	REVISÃO DA LITERATURA.....	199
2.1.1	Industrialização.....	199
2.1.2	Automação Industrial	20
2.1.3	Sensores.....	21
2.1.4	Sensor Indutivo.....	21
2.1.5	Sensor Infravermelho.....	22
2.1.6	Controlador Lógico Programável.....	23
2.1.7	Linguagens de Programação	24
2.1.8	TPM.....	25
3	METODOLOGIA.....	26
3.1	Implementação da Parte Lógica.....	26
3.2	Cronograma.....	30
3.3	Recursos.....	30
3.3.1	RECURSOS HUMANOS	30
3.3.2	RECURSOS FÍSICOS	30
3.3.3	RECURSOS FINANCEIROS	30

4	RESULTADOS	31
5	CONCLUSÃO	33
6	REFERÊNCIAS	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TPM – Total Productive Management;

IHM – Interface Homem Máquina;

CLP – Controlador Lógico Programável;

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo desenvolver um sistema de detecção de resíduos de soda cáustica e tubos de enchimento em uma empresa do ramo de bebidas situada em Ponta Grossa. A empresa conta com 5 linhas de envasamento de cervejas, uma linha de garrafas 600 ml, linha de garrafas 250 e 350ml, linha para barris de 30 e 50L e duas linhas responsáveis pelo envasamento de latas 350ml. Atualmente a unidade tem capacidade de produção de 3 milhões de hectolitros/ ano.

Além disso, conta com uma estrutura da planta toda automatizada com maquinários modernos e possibilidade de melhorias em todas as áreas da empresa, sendo um dos focos do novo sistema de gestão que está sendo implantado na fábrica (TPM) que visa à melhoria contínua e aperfeiçoar equipamentos, a fim de reduzir custos, aumentar produtividade, competitividade e se manter no mercado.

As linhas basicamente são semelhantes, trabalham com um sistema de despaletização, inspeções e limpezas até chegarem a enchedora, depois de tampadas passam pelo sistema de pasteurização, que é um sistema de aquecimento e resfriamento para garantir a estabilidade e garantia de maior validade, no final do processo passam pela embaladora até chegar às paletizadoras, sendo então encaminhadas para o estoque temporário, até que sejam liberadas para o carregamento.

O trabalho será implantado na linha de garrafas retornáveis de 600 ml, que é um ponto crítico, pois as garrafas passam por processos de limpeza interna e externa com produtos químicos, e pela enchedora que contém partes móveis de metal.

Todo processo de envasamento é automatizado, utilizando sensores, transmissores, válvulas de controle, IHM's, inversores de frequência que ajudam nos processos de melhorias; contudo, utilizando o PLC existente, será instalado o sistema de detecção de líquido residual de soda caustica e tubos de enchimento, a fim de se obter uma confiabilidade de 100% das garrafas antes e após a fase de enchimento do produto, sendo que as mesmas já passam por uma inspetora eletrônica que verifica mais de 10 tipos de defeitos existentes, sendo controlada de hora em hora por kits de inspeção.

1.1 TEMA DA PESQUISA

Desenvolvimento de um sistema para detectar a presença de líquido residual de soda cáustica e tubos de enchimento dentro de garrafas de cerveja.

1.1.1 Delimitação do Tema

O presente trabalho será implementado em uma empresa do ramo cervejeiro em Ponta Grossa. Serão utilizados recursos externos e infraestrutura da própria empresa para o desenvolvimento e instalação do sistema, especificamente no setor de envasamento da cervejaria. O trabalho tem como base a detecção de líquidos residuais de soda cáustica e tubos de enchimento dentro das garrafas de cerveja. Vale ressaltar que, na unidade, existe apenas uma linha de garrafas retornáveis, a qual tem maior prioridade entre as outras.

1.1 PROBLEMA

A falta de um sistema de detecção de líquido residual de soda cáustica e tubos de enchimento dentro das garrafas não é um problema comum, mas quando isso ocorre é difícil achar a garrafa após o enchimento, pois a mesma se mistura em meio as mais de 50 mil garrafas que passarão pela pasteurização. Mesmo antes das garrafas entrarem para a fase de enchimento existe uma inspetora eletrônica que detecta líquidos residuais e outros defeitos existentes, para uma maior confiabilidade na inspeção, procurando principalmente por resíduos de soda cáustica, devido às garrafas terem passado pela lavadora que utiliza a solução a uma temperatura de mais de 80°C. Assim, pretende-se instalar um equipamento na entrada da enchedora, sendo que o detector de tubos de enchimento será instalado na saída da referida máquina. A Figura 01 a seguir apresenta o fluxograma da garrafa dentro do processo, onde temos descritos os equipamentos que influenciam no trabalho apresentado. A figura 01 abaixo se refere a um painel do processo que aponta os motores elétricos existentes na linha de produção. O processo começa a ser definido após a saída das garrafas pela lavadora, onde os mesmos serão transportados através de esteiras transportadoras, passando pela inspetora eletrônica e indo em direção a enchedora de garrafas, lembrando que os sensores descritos no trabalho estarão localizados na entrada e na saída da enchedora de garrafas. Após isso a garrafa segue o fluxo normal na linha de produção.

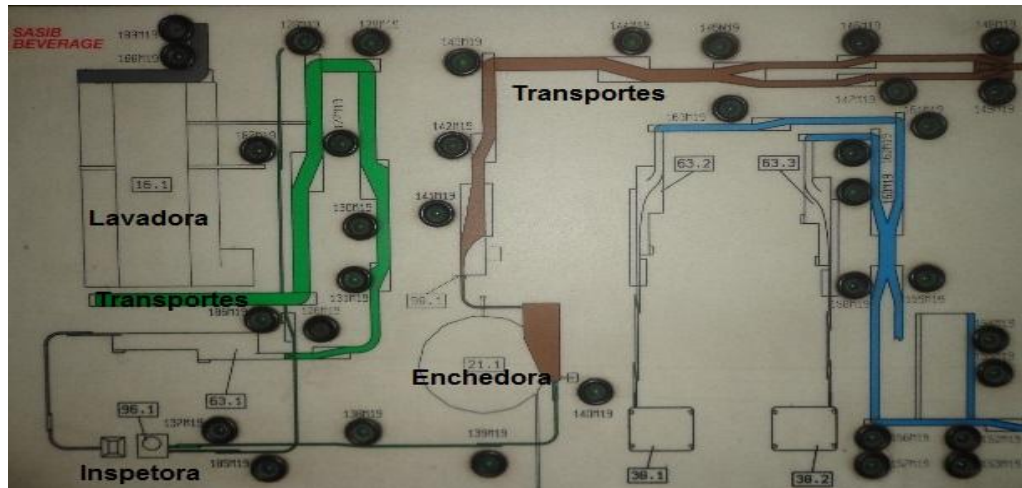


Figura 01

Fluxo das garrafas na linha de produção

1.2 PREMISSA

Com a instalação do sistema de detecção de líquido residual de soda cáustica e tubos de enchimento, busca-se garantir uma inspeção mais refinada para eliminar o problema de contaminação do produto, e podendo assim ter uma garantia de qualidade.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de inspeção de líquido residual de soda cáustica e tubo de enchimento na enchedora de garrafas, a fim de aumentar a garantia de inspeção das garrafas nas referidas falhas e identificar a garrafa com problema para posterior segregação da mesma.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar as garrafas com problemas;
- Identificar as falhas com maior confiabilidade;
- Inspeccionar garrafas cheias e vazias;
- Melhorar confiabilidade do produto;
- Reduzir possíveis falhas e contaminações;
- Melhorar desempenho da inspeção das garrafas;

1.4 JUSTIFICATIVA

A necessidade de instalação de um sistema complementar de inspeção antes e após o enchimento de garrafas torna-se uma grande motivação para a execução e aplicação do projeto, diminuindo assim algumas perdas de insumos e de cerveja.

Hoje devido à necessidade de garantir um produto 100% confiável e saudável no processo de fabricação, é necessário implementar um sistema de inspeção eletrônico que ficará após uma inspetora de garrafas, a fim de selecionar as garrafas boas para o envase de cerveja; um sistema ficará na entrada da máquina denominada enchedora de garrafas, garantindo assim uma inspeção fina dos recipientes antes do contato com o líquido e o outro ficará na saída da mesma máquina, para garantir que o produto que saiu da enchedora seja adequado.

1.5 MÉTODO DA PESQUISA

O desenvolvimento teórico tem como base os conhecimentos obtidos durante o curso e pesquisas relacionadas ao tema, fazendo com que aplicação prática na linha de envase de 600 ml, traga os resultados dos materiais utilizados e das dificuldades encontradas para implementar o projeto.

2 DESENVOLVIMENTO

O inspetor será dividido em dois sistemas, detecção de líquido residual de soda cáustica e tubos de enchimento, o primeiro inspetor ficará localizado na entrada da enchedora de garrafas e após a inspetora de qualidade e o outro ficará na saída, pois é após esta etapa que o produto começa a ter suas características incluídas para que se transforme em um produto ideal para os consumidores. O projeto tem como base a utilização de sensores de inspeção de garrafas, onde os dados serão enviados ao PLC, e por ele tratados. Caso haja alguma divergência emitirá um sinal indicando a falha existente até o presente momento, sendo que, quando a inspetor reconhecer a presença de líquido residual ou tubos de enchimento acrescentará uma unidade no contador e o mesmo irá mandar o comando para parar o transporte e a máquina, até o operador resetar o painel de comando e começar a inspeção novamente.

Na Figura 01 observam-se em detalhes as numerações destacadas sobre as figuras, onde os números 2, 3 e 4 referem-se aos componentes do equipamento e

as outras numerações fazem alusão às medidas de instalação dos sensores e da torre de comando do sistema de inspeção.

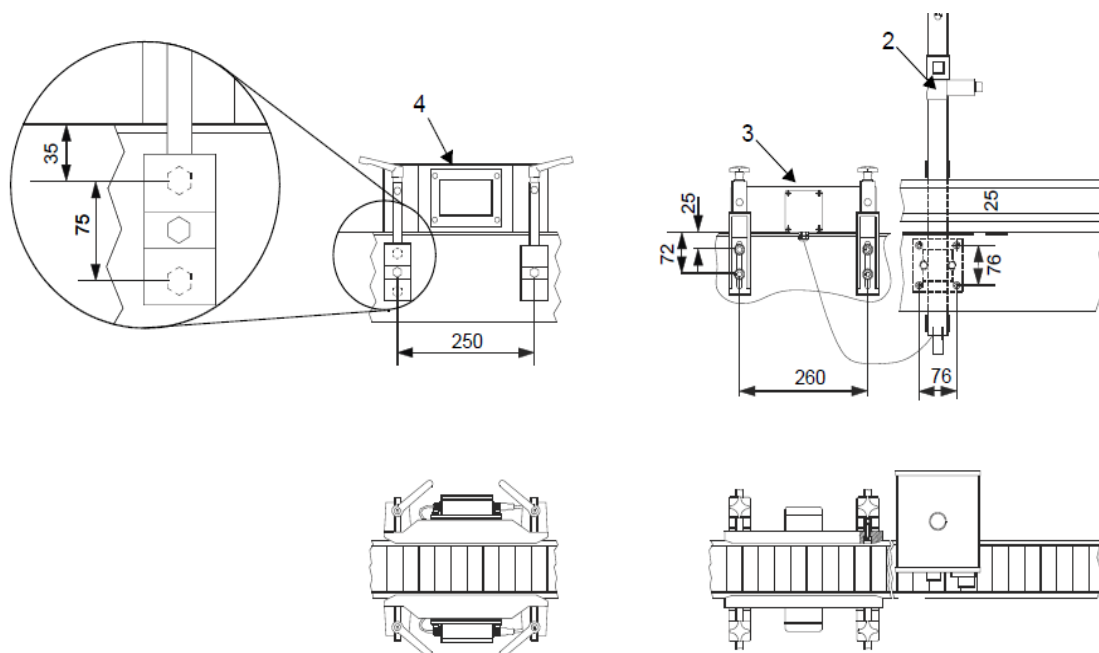


Figura 02

Inspetor de líquido residual e tubos de enchimento

Fonte: Manual do projeto

Na Figura 02 são ilustrados os problemas a serem encontrados pelos sistemas de detecção, sendo que a primeira foto nos mostra uma garrafa com o tubo de enchimento dentro da garrafa e a outra foto nos mostra o líquido residual no fundo da garrafa, que será inspecionado antes de entrar em contato com a cerveja.



Figura 03
Exemplos de problemas

2.1 REVISÕES DA LITERATURA

Neste capítulo serão apresentados os principais conceitos que nortearam este trabalho.

2.1.1 Industrialização

De acordo com Antonio Gasparetto (2014), o processo de industrialização que iniciou na Europa no século XVIII, e foi tomando força e ao longo dos anos viu a necessidade de diminuir os custos para se obter um melhor resultado. Os processos receberam controles, a início, com pessoas e aos poucos substituídos por máquinas, e modificadas e melhoradas a cada instante para atender a uma nova demanda de custos. O pós-segunda guerra teve um salto no desenvolvimento principalmente na eletrônica com a invenção do transistor e algumas décadas depois a criação de circuitos impressos que revolucionou a indústria numa forma geral, os sistemas cada vez mais rápidos e com foco no controle para tomar ações fez surgir o CLPs, e inúmeras profissões. Industrialização para Antonio Gasparetto (2014, Artigo) “é o *processo de modernização pelo qual passam os meios de produção em uma sociedade*”.

O primeiro país a passar pela Industrialização foi à Inglaterra, sofrendo alterações sociais e nos meios de produção da época, sendo assim nascendo à primeira revolução industrial que gerou vários impactos através de suas mudanças.

Já o segundo passo foi dado através da segunda revolução, quando foi consolidado o uso da energia elétrica como uma descoberta e se expandiu para os países mais desenvolvidos, os quais eram detentores de tecnologias e produções industriais avançadas da época.

Já a terceira revolução industrial é a que ocorre atualmente, tendo forte impacto com a informática, quando começou a se informatizar os sistemas e as produções, deixando os processos e as relações sociais mais rápidas.

Não se pode deixar de citar que o Brasil entrou com muito atraso em relação ao processo de industrialização, deixando os países mais desenvolvidos aborrecidos com os comandantes da época, que viam com maus olhos todos os empreendimentos. Entretanto o Brasil só começou a se desenvolver industrialmente no governo de Juscelino Kubitscheck, abrindo espaços para a ampliação da industrialização para as indústrias internacionais.

2.1.2 Automação Industrial

De acordo com Marco Antônio Ribeiro (1999), Automação Industrial é a evolução e substituição do trabalho humano ou animal por máquinas.

O conceito de Automação Industrial varia conforme o nível de conhecimento ou ambiente em que a pessoa atua. O conceito basicamente envolve o uso de energia elétrica ou mecânica para mover ou acionar determinadas máquinas.

A Automação Industrial pode reduzir a necessidade de trabalho humano nas indústrias, mas ainda depende de pessoas para que o sistema de controle funcione, pois necessita de uma pessoa para conduzir ou verificar se o sistema eletrônico está operando normalmente, sendo assim não reduz totalmente a necessidade de pessoal humano.

O maior temor das pessoas com o surgimento da Automação Industrial era perderem seus empregos, pois seriam substituídos por máquinas capazes de trabalhar várias horas por dia, mas percebeu-se o contrário, pois após esta mudança, teve-se a necessidade das pessoas se qualificarem para trabalharem com esta tecnologia, pois não adiantaria de nada tanta tecnologia sem mão de obra especializada no mercado de trabalho.

Ainda não se pode substituir totalmente o trabalho humano em relação à automação industrial, devido ainda vários trabalhos serem executados manualmente dentro das indústrias.

A chave de todo o sucesso da automação até nos dias de hoje. É o sucesso do uso da eletrônica microprocessada que forma sistemas eletrônicos que podem ser programados conforme a necessidade de cada trabalho.

2.1.3 Sensores

São dispositivos eletromecânicos ou eletroeletrônicos que tem a propriedade de transformar uma grandeza física ou química que está relacionada a uma ou mais propriedades do material de que é feito o sensor em sinal elétrico, são dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente (Daniel Thomazini, 1975).

Estão presentes em quase todo tipo de processo com o intuito de medir e controlar grandezas físicas, em automação industrial, em sua maioria, necessita de realimentação do processo para seu melhor controle, ou seja, o dispositivo de controle precisa reconhecer a entrada para que possa alterar sua saída e fazer o controle do processo. São justamente os sensores que na maioria dos casos atuam como dispositivos de realimentação do sistema, traduzem um valor de campo para um sinal elétrico, onde com amplificadores transdutores tratam e convertem o sinal para um sinal elétrico útil denominado “sinal de saída”.

Sensores para Daniel Thomazini (1975, p. 17) “*nem sempre tem todas as características elétricas necessárias para ser utilizado em um sistema de controle*”.

2.1.4 SENSOR INDUTIVO

São dispositivos de proximidade que não tem contato entre si e que utilizam campo de frequência de rádio com oscilador de bobina. A presença de um objeto que passa por ele, pode alterar o campo e o circuito eletrônico do sensor.

O sensor indutivo de proximidade inclui um oscilador LC, um comparador de sinais e um chaveamento.

Se um objeto metálico se aproxima da face dos sensores, são introduzidas correntes que resultam em retirar energia do oscilador. O comparador de sinal converte essa informação em um sinal bem definido.

Sensores indutivos para Daniel Thomazini (1975, p. 41) “ usam chaves de aproximação para corrente contínua que devem ser equipadas com protetor de polarização”.

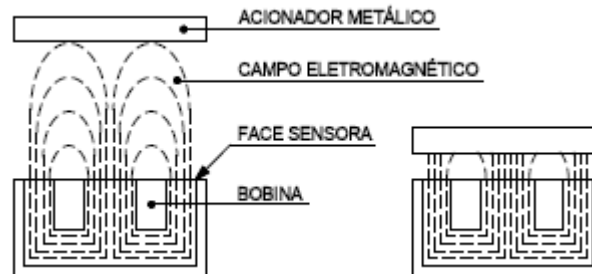


Figura 04
Diagrama de operação de um sensor indutivo

2.1.5 SENSOR INFRAVERMELHO (MEDIÇÃO DE NÍVEL A LASER)

Um emissor vai a um dos lados do recipiente em que se deseja inspecionar de modo que o raio laser atinja a superfície do líquido em ângulo, sendo assim refletido para um detector o qual enviará sinal para o CLP.

Qualquer variação na posição do nível modifica a direção do raio que será refletido alterando o ponto atingido no sensor, que corresponderá a uma nova posição do sinal de nível, obtidos pelos circuitos eletrônicos de detecção, pois é um medidor de nível contínuo e sem contato. O sensor não é influenciado pelas condições do processo em que está sendo usado, pois se fosse iria alterar qualquer posição de sinal.

Segundo o autor Daniel Thomazini (1975, p. 139) “a medição é sensível a centésimos e milésimos em faixas de vários centímetros, pois realizam a medida de nível sem entrar em contato com o líquido”.

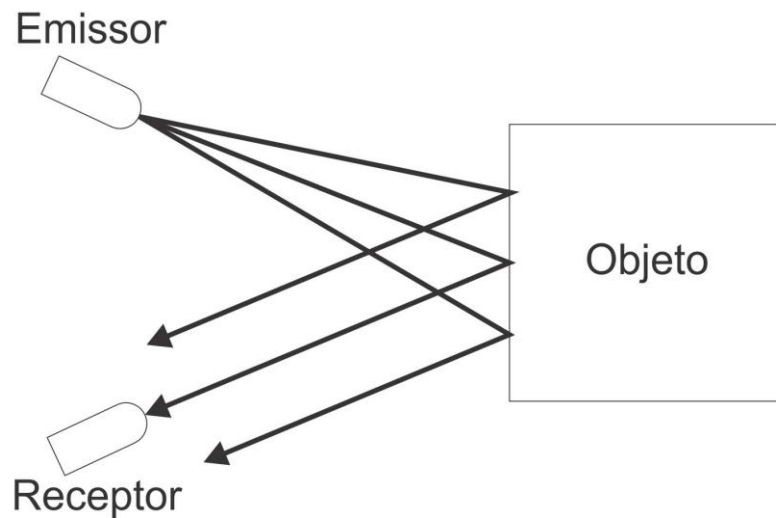


Figura 05

Princípio de funcionamento do sensor infravermelho

2.1.6 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

Os controladores lógicos programáveis são o "cérebro" dos processos complexos, onde é agregado a "inteligência" às máquinas, é o elemento básico no processo de automação de máquinas utilizadas na indústria.

O controlador lógico programado surgiu em meados do ano de 1969, antes disso o controle era feito por painéis de relés que ocupavam muito espaço físico dentro das indústrias e apresentavam defeitos como: mau contato ou necessidade de manutenções periódicas, mas apesar destas deficiências, os relés se tornaram os principais componentes de controle nos hardwares.

Com a evolução foi eliminado o termo *logic* do nome CLP, passando apenas ser chamado por todos como controlador programável. O CLP fica localizado nas estações de trabalho dentro das linhas de produções das fábricas para que possam controlar máquinas e equipamentos.

Os CLPs recebem sinais digitais ou analógicos de sensores, onde são processados e tratados e determinam o que a saída deve fazer. Têm diferentes ciclos de varredura, ou seja, atualização de suas entradas para determinar a sua saída, essa varredura é transferida para memória de imagem de entrada onde é tratado, até serem transferidos para memória de imagem de saída.

Estes são dotados de entradas e saídas padronizadas, e com resolução de pelo menos 12bits, a norma IEC61131-3 foi criada para padronizar as linguagens existentes.

Existem basicamente três linguagens de programação utilizadas em CLPs; a linguagem de contatos ou LADDER, a linguagem de blocos lógicos ou DIL e a linguagem de blocos lógicos ou LIS. Será utilizada linguagem de programação LADDER na inspetora, uma linguagem de programação de baixo nível, que conta com contatos normalmente aberto, contatos normalmente fechados, blocos funcionais como temporizadores, contadores, comparadores entre outros a serem utilizados.

O CLP, para Francesco Prudente (2013, p.13) *“é um computador que realiza controle em vários níveis de complexidade, seu aspecto interessante é que ele pode ser usado e programado por qualquer pessoa sem muito conhecimento no uso do computador”*. O CLP foi projetado para trabalhar em diversos ambientes com variações de temperatura, umidade, vibrações e distúrbios elétricos.

2.1.7 Linguagens de Programação do CLP

Para programar o CLP, usamos várias linguagens de programação, dentre elas vamos destacar as mais importantes e usadas com mais frequência em diversos ambientes fabris.

Para utilizarmos a linguagem de programação ladder, é necessário um display para indicar o desenho a ser realizado. Como este método é o mais fácil de ser executado e compreendido, atualmente é o método mais utilizado dentro das empresas, sendo que os esquemas do circuito deverão ser substituídos por símbolos ou códigos referentes à programação.

A linguagem ladder é uma representação gráfica da linguagem de programação do CLP. Também é conhecida como lógica de diagrama de contatos. Este sistema é o que mais se aproxima aos diagramas elétricos.

A linguagem ladder para Luis Antonio Aguirre (2007, p. 367), é a que mais se aproxima com os diagramas de relés, pois foi introduzida para facilitar a programação do CLP, pelos profissionais que usavam os painéis de relés para trabalhar.

Pode-se dizer que a continuidade lógica usada na programação em ladder é um conceito parecido com a corrente elétrica nos antigos diagramas de relés ou quando os contatos Na ou NF derem condições de existência da passagem de corrente elétrica.

No caso das instruções NA e NF no CLP, a lógica será verdadeira quando o programa estiver sendo executado e estiver realizando testes.

Também se tem a linguagem em diagrama de blocos para se trabalhar no CLP, esta linguagem constitui em vários blocos funcionais que são conectados para que a lógica possa ser executada. Cada bloco funcional trabalha como uma representação gráfica de qualquer função que se deseja ser executada que relaciona variáveis de entrada com variáveis de saída.

Nesta linguagem também se pode relacionar as instruções NA e NF como na linguagem *ladder*, mas nesta programação serão usados blocos funcionais. Citando o exemplo de um sistema de transporte e classificação, só poderão ser usados blocos funcionais para se realizar a lógica de programação que está sendo usada.

A fim de se definir uma lógica, as variáveis de entrada e variáveis de saída, são conectadas aos seus blocos funcionais através de suas linhas de conexões existentes.

Outra linguagem usada na programação de CLP é o texto estruturado, que usa textos escritos em formas de declarações, cada declaração termina com ponto e vírgula.

Já na programação em diagrama de funções sequenciais, são usadas linguagens gráficas e uma caixa para representar os estados.

Durante essas programações, são associadas ações nos estados e condições em suas transições. Utiliza-se texto estruturado para descrever as ações. Dentro da programação, em tempos de execuções, existem os conceitos de estado ativos para representar a situação em que o processo de programação se encontra.

2.1.8 TPM

Um novo modelo de gestão, que muda o pensamento por um todo da empresa, desde diretoria até as linhas de produção, o TPM tem como objetivo a melhoria contínua e o comprometimento pessoal, até chegar às máquinas, equipamentos e ferramentas, padronizando e retornando às condições básicas e

assim melhorar o rendimento das linhas de produção. A meta a ser alcançada é o rendimento operacional global.

O TPM para Takahashi Yoshikazu (1993, prefácio) “*visa criar linhas de produções altamente eficientes através da utilização máxima do equipamento com índice zeros de avarias*”.

A motivação para o TPM baseia-se na estratégia do 5s, bem como na manutenção por iniciativa e juntamente com treinamento técnico.

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho será realizado através as seguintes etapas:

- Pesquisa dos melhores produtos

Pesquisa dos melhores componentes para montagem do sistema, e o projeto de como será desenvolvido a fim de se obter para melhor confiabilidade na inspeção de garrafas vazias, além da definição dos pontos a serem alterados e modificados na linha.

- Estruturação e lógica de controle

Montagem e modificação de toda planta para implementação total do sistema desenvolvido, incluindo, para isto, as rotinas lógicas e os acionamentos envolvidos.

- Coleta de dados e resultados.

Coleta de dados e resultados da implementação do sistema, e informações que a empresa julgue necessárias para seu controle.

3.1IMPLEMENTAÇÃO DA PARTE LÓGICA

Neste tópico será abordada a programação usada para realizar a implementação dos sistemas de detecção de líquido residual e tubos de enchimento.

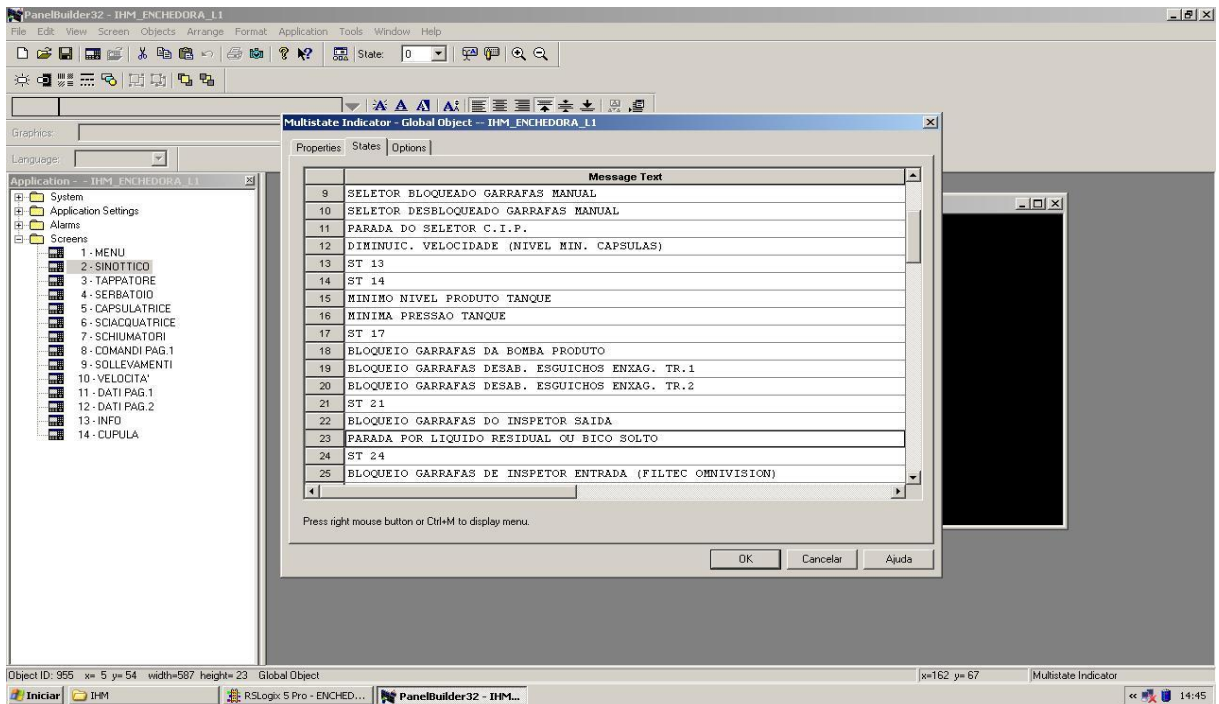


Figura 6

Tela do Sinóptico da Enchedora de Garrafas

Na Figura 6, é mostrada a tela do sinóptico da enchedora de garrafas de 600ml, Ela apresenta a descrição dos alarmes existentes na máquina e que serão gerados conforme o acontecimento das falhas durante as produções.

Pode-se observar que na linha 23 tem-se descrito as falhas que são apresentadas neste trabalho:

Linha 23: (Parada por líquido residual ou bico solto).

Como serão dois conjuntos de sensores que realizarão a detecção dos defeitos, a lógica foi montada no programa como sendo uma só, mas com indicações diferentes de alarmes quando as falhas ocorrem, por isso os dois alarmes foram colocados descritos na mesma linha.

Vale lembrar que o PLC irá reconhecer a falha gerada através de 1 bit.

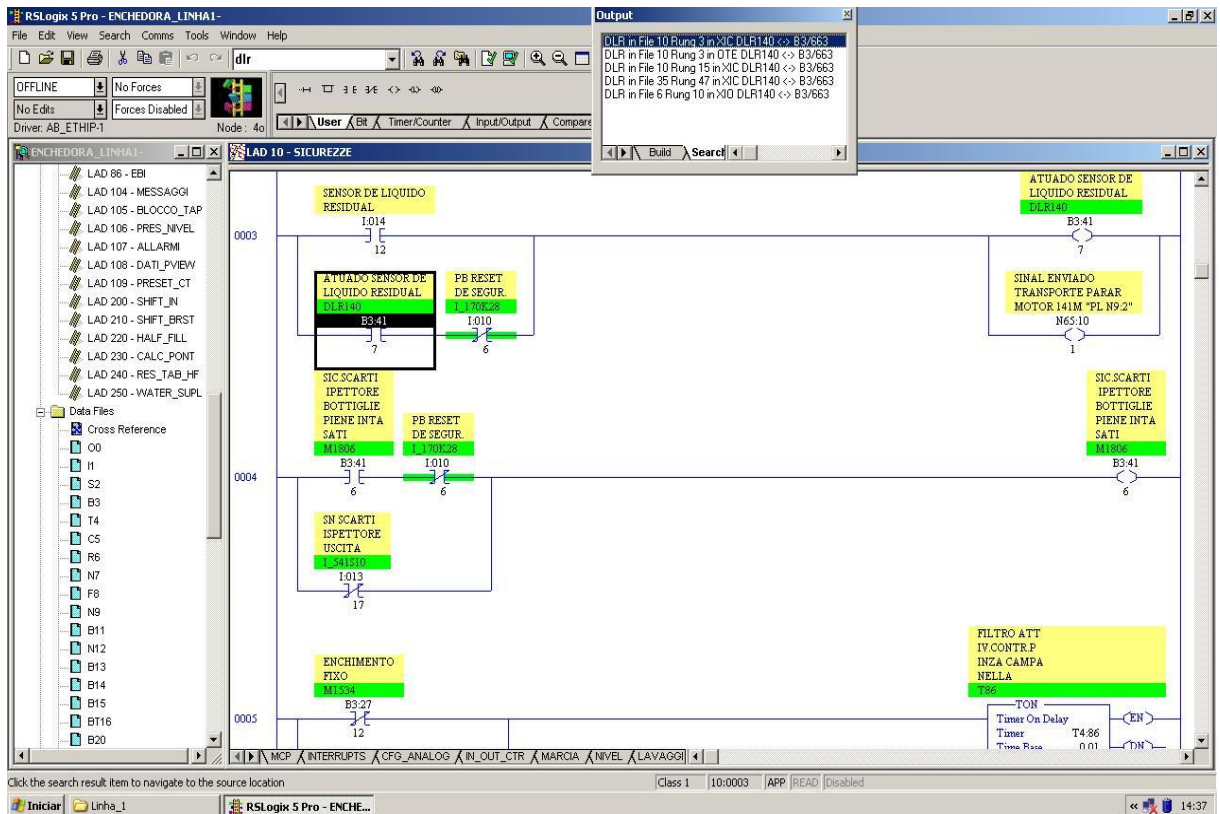


Figura 7
Tela da Lógica de Programação

Na Figura 7, tem-se a lógica de programação que foi desenvolvida para a criação dos sistemas de detecção que estão sendo utilizados neste trabalho.

Na primeira linha de comando a indicação (I:014), refere-se ao sensor de liquido residual que está instalado na entrada da enchedora de garrafas.

Lembrando que os sensores de detecção de bico solto ficaram localizados na saída da máquina e usaram a mesma linha de comando na programação. O mesmo estará ativo e lendo as garrafas que passam em sua frente e que estão entrando ou saindo da máquina; caso o sensor identifique a presença de líquido residual ou bico solto, enviará 1 bit de comando ao PLC da máquina para que o mesmo perceba a falha, sendo assim, o PLC irá retornar 1 bit de comando informando que houve falha durante o processo e a próxima indicação na linha de comando será (I:010), que sinaliza um contato fechado na lógica de programação, ou seja, a falha foi identificada, o PLC foi avisado sobre o ocorrido e o mesmo retornará 1 bit de comando, sendo executado a função (N65:10): *Sinal enviado para parar o motor M141 do transporte aonde a falha ocorreu.*

Lembrando que para toda essa programação funcionar algumas condições da máquina devem estar funcionando, como por exemplo: transporte de entrada de garrafas e inspetora de garrafas vazias liberadas.

O comando (B3:41) significa que o sensor de líquido residual ou bico solto está atuado após identificar a falha.

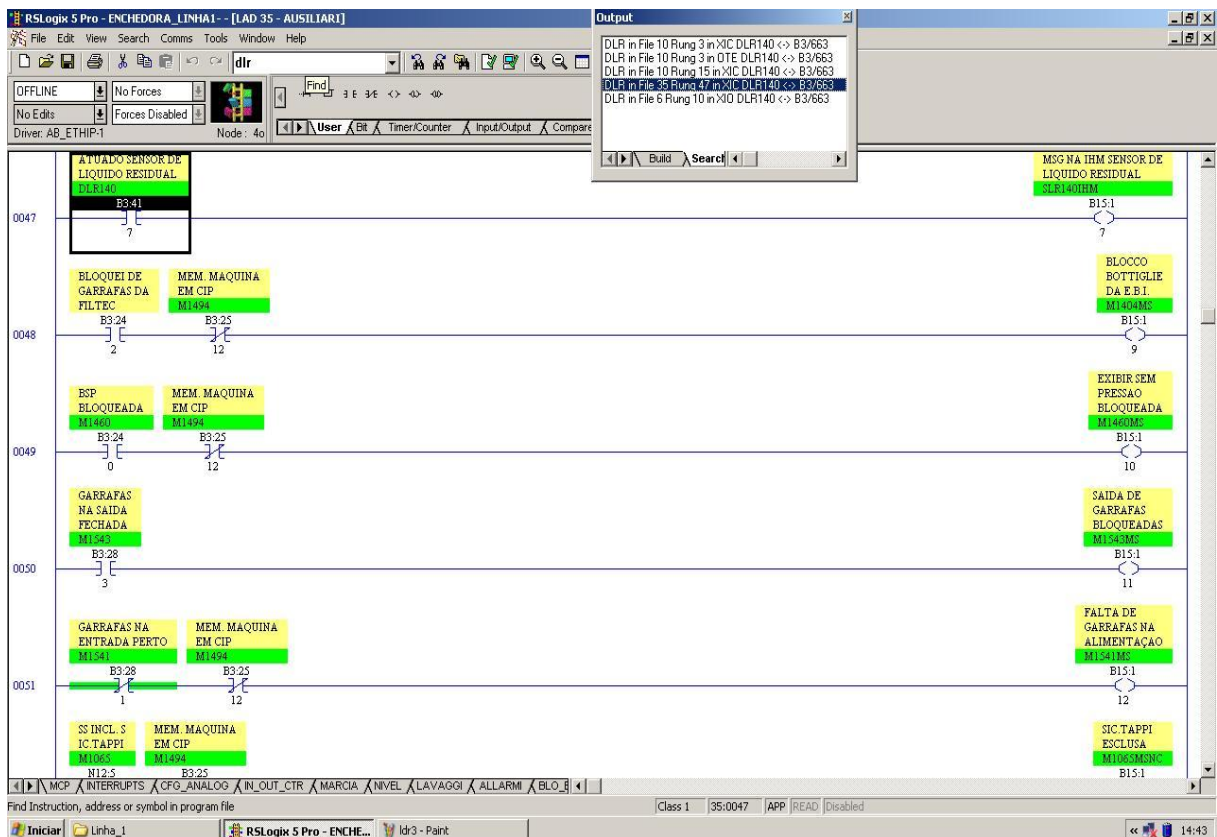


Figura 8

Tela da Mensagem na IHM

Na Figura 8 tem-se a indicação (B3:41), sensor de líquido residual ou bico solto atuado, o qual já foi citado anteriormente, sendo assim, após identificada a falha serão enviadas as seguintes mensagens para a tela de comando da enchedora de garrafas 600ml, onde os técnicos de envasamento poderão saber o que aconteceu: *Parada por liquido residual ou bico solto*. Na programação a descrição aparece assim: (B15:1).

Após a verificação pelo técnico de envasamento, que estará operando a enchedora de garrafas, o mesmo terá de retirar as garrafas com não conformidades identificadas pelos sistemas de detecção. Para prosseguir com o processo, a falha

na central de comando dos sistemas deverá ser resetada e ligada novamente a enchedora para voltar as suas condições normais.

3.2 CRONOGRAMA

ATIVIDADES	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Elaboração do pré-projeto	X			
Entrega do projeto	X			
Pesquisa Bibliográfica	X	X		
Desenvolvimento do projeto		X	X	
Realizar testes		X	X	
Coleta dos Resultados			X	
Entrega do TCC				X
Apresentação à banca				X

3.3 RECURSOS

3.3.1 RECURSOS HUMANOS

O projeto será desenvolvido pelo aluno e auxiliado pela equipe de manutenção da empresa.

O auxilio torna-se necessário pela quantidade de tarefas de distintas áreas de atuação para que se possa obter um resultado positivo no projeto aqui descrito.

3.3.2 RECURSOS FÍSICOS

O sistema será implementado na empresa em questão, com a estrutura física existente e devidamente autorizada o uso pelo responsável. Eventualmente, alguns testes poderão ser realizados no Laboratório de Eletrônica da Empresa.

3.3.3 RECURSOS FINANCEIROS

O custo total do projeto foi de R\$ 37.000 reais, sendo que o mesmo contemplou a inclusão dos seguintes itens:

Base de sustentação do painel de controle	R\$ 1.684
Suportes para instalação dos sensores	R\$ 650
30 metros de cabos elétricos para instalação	R\$ 2.538
Treinamento sobre manuseio do equipamento	R\$ 306
Salário do mantenedor de Automação Industrial	R\$ 3.520
4 Sensores para detecção das falhas	R\$ 12.302
Central de Comando do sistema	R\$ 15.000
Custo total do projeto desenvolvido	R\$ 37.000

4 RESULTADOS

Depois de se realizarem acompanhamentos durante onze (11) dias na linha de produção onde este trabalho foi desenvolvido, foram obtidos os seguintes resultados, apresentados em formas de gráficos.

Lembrando que durante cada dia, a linha de produção trabalha com três (3) turnos divididos em 8h de trabalho, sendo que em cada turno passam mil 400.000 garrafas pela enchedora. Somando-se os três (3) turnos, têm um total de um milhão e duzentas mil (1.200.000) garrafas sendo produzidas a cada dia. Com isso podemos obter os resultados apresentados na Figura 9.

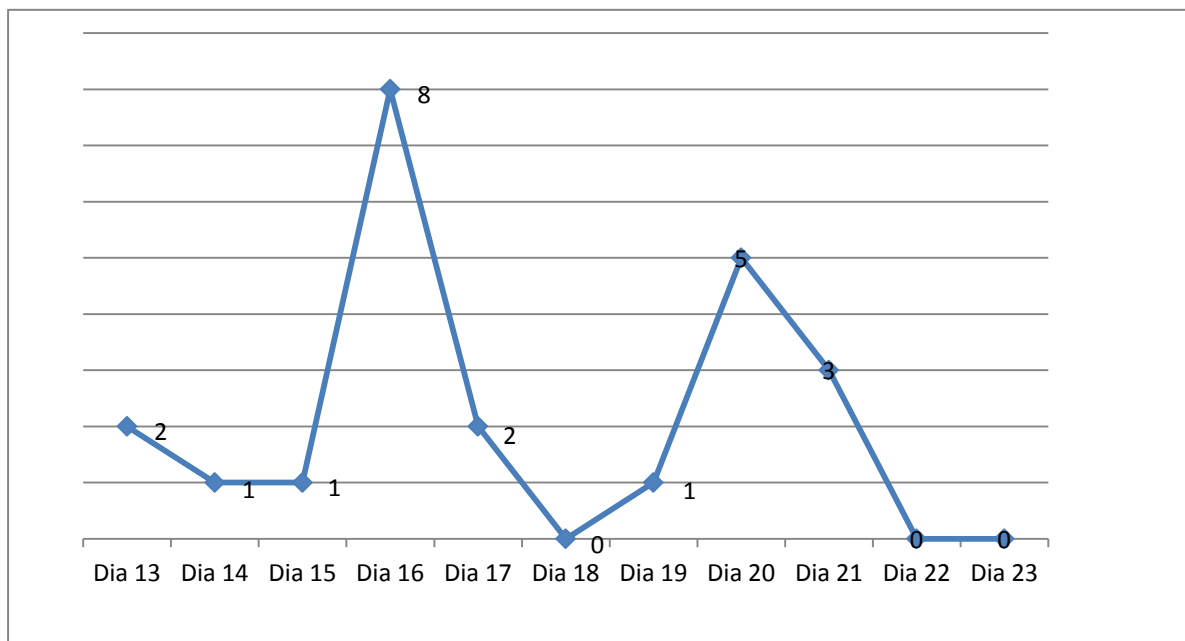


Figura 9

Gráfico com a Quantidade de Falhas por Bico Solto

Nesta Figura 9 pode-se observar o período em que os dados foram coletados durante o acompanhamento realizado. Como o sistema de enchimento da enchedora contém cento e cinquenta e seis (156) tubos de enchimento, e os mesmos são encaixados manualmente pelo técnico da máquina, ficou constatado que o índice ocorrido destas falhas é baixo em relação à quantidade de garrafas que passam todos os dias pela enchedora, sendo que as paradas ocorreram durante os três (3) turnos.

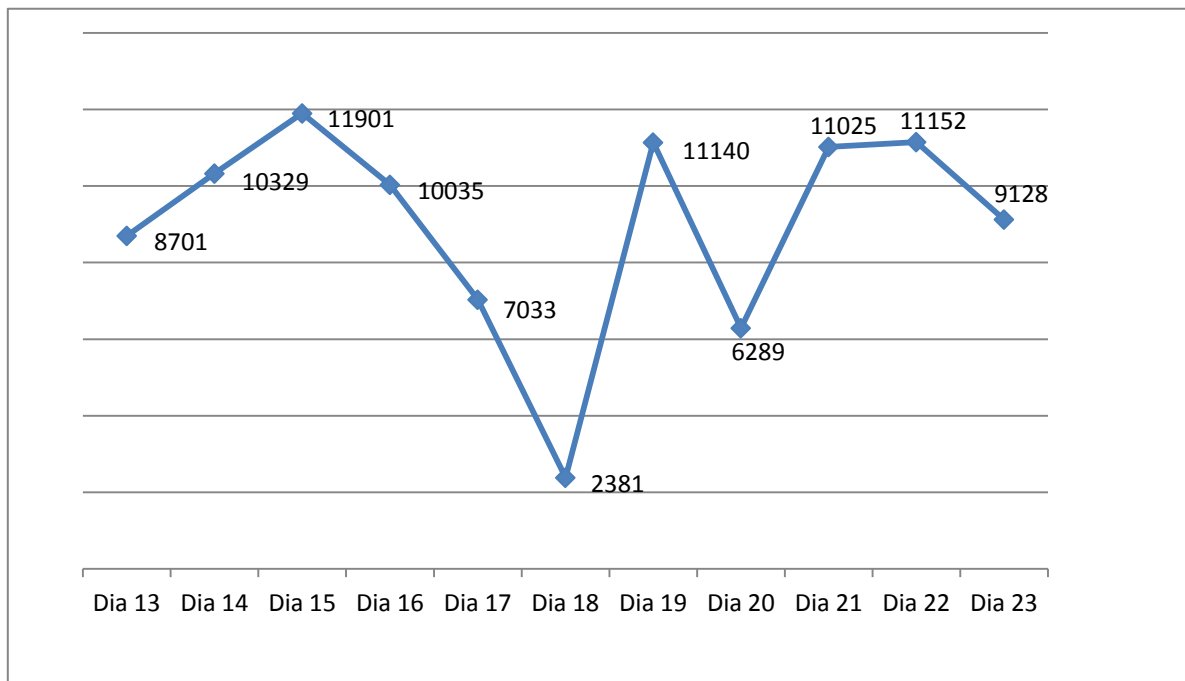


Figura 10
Gráfico com a Quantidade de Falhas por Líquido Residual

Na Figura 10 pode-se observar o período em que os dados foram coletados durante o acompanhamento realizado.

Visto que a quantidade de garrafas que passam pela enchedora é grande, ficou constatado uma média de onze mil (11) falhas por “*liquido residual*” durante os dias, que em relação a um milhão e duzentas mil garrafas, correspondem a 0,9166% ao dia.

Levando em conta que a linha de produção de 600 ML trabalha em média vinte (20) dias por mês, devido à demanda de mercado, o valor de 0,9166 corresponde a 18,332% durante esses vinte (20) dias de operação da linha.

5 CONCLUSÃO

Foi concluído que a quantidade de garrafas que apresentam as falhas identificadas neste trabalho é relativamente pequena em relação ao total de garrafas produzidas durante o dia, mas se for analisada a qualidade do produto, estas detecções mostram o quão importante foi à realização deste trabalho para a empresa, pois a confiabilidade nas inspeções aumentou consideravelmente em relação ao passado, o quando não havia um sistema de detecção igual a este, ficando vulnerável a possíveis falhas imperceptíveis durante o processo.

Sendo assim o trabalho foi concluído com êxito, sendo que estes dados foram coletados a partir do momento em que o sistema passou a operar completamente, sendo realizados monitoramentos diários para controlar a quantidade de garrafas com falhas.

Vale lembrar que a empresa não autorizou o uso de mais informações e resultados a respeito do sistema de detecção devido a sua política interna.

No desenvolvimento deste projeto, foram encontradas dificuldades em se obter informações detalhadas da rede de comunicação e lógicas de programações usadas na linha de produção, devido à empresa ter uma política interna rígida quanto à limitação de informações. Os sistemas foram instalados pelos técnicos de manutenção mecânica, os quais foram responsáveis por instalarem os sensores e a torre de controle, as ligações elétricas foram realizadas pela equipe de automação industrial da fábrica com acompanhamento do aluno.

A empresa deu total apoio ao aluno para que fosse realizado este projeto, não foi encontrado dificuldades nesta parte, foi visto que o sistema iria agregar valores financeiros e produtivos para a empresa, sendo assim, a mesma incentivou e acreditou na ideia proposta, dando total apoio e suporte antes, durante e depois.

Após a realização deste projeto, já se pensa em expandir a inspeção de tubos de enchimento para a linha de produção de garrafas long neck, pois a mesma é semelhante à linha de 600 ML, apenas mudando o formato da garrafa.

6 REFERÊNCIAS

ANTONIO GASPARETTO JUNIOR **Industrialização**, Artigo 2014
<http://www.infoescola.com/autor/antonio-gasparetto-junior/358/>

CAPELLI ALEXANDRE **Automação Industrial, Controle dos Movimentos e Processos Contínuos**, São Paulo Editora Erica, 2008.

DANIEL THOMAZINI **Sensores industriais, fundamentos e aplicação**, São Paulo Editora Érica, 2009.

FRANCESCO PRUDENTE **Automação industrial, plc teorias e aplicações**, Rio de Janeiro Editora LTC, 2013.

FRANCHI, CLAITON MORO **Controladores Lógicos Programáveis, Sistemas Discretos**, São Paulo Editora Erica, 2008.

INSTITUTO NEWTON BRAGA **Como funcionam os sensores ultrassônicos**, 2014 <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/como-funciona/5273-art691>

MARCO ANTONIO RIBEIRO **Automação Industrial, Edição 4**, Salvador Tek Treinamento & Consultoria 1999.

TAKAHASHI, YOSHIKAZU **Manutenção produtiva total tpm/mpt**, São Paulo Instituto Imam, 1993.