

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL PROCESO DE LIMPIEZA
DE LA PARED DE LAS BOTELLAS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE
INSPECCIÓN DE CÓDIGO IMPRESO EN LAS BOTELLAS PRODUCIDAS EN
LA LÍNEA KRONES 160 – PLANTA SANTA ROSA - CORPORACIÓN
LINDLEY S.A. PARA REDUCIR LA CANTIDAD DE BOTELLAS CON MALA
IMPRESIÓN”

TESIS DE GRADO PARA OPTAR POR EL
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

AUTOR :
Br. Ysaac Leiva Díaz

ASESOR :
Ing. Lui Vargas Diaz

Trujillo - Perú

2013

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL PROCESO DE LIMPIEZA
DE LA PARED DE LAS BOTELLAS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE
INSPECCIÓN DE CÓDIGO IMPRESO EN LAS BOTELLAS PRODUCIDAS EN
LA LÍNEA KRONES 160 – PLANTA SANTA ROSA - CORPORACIÓN
LINDLEY S.A. PARA REDUCIR LA CANTIDAD DE BOTELLAS CON MALA
IMPRESIÓN”

TESIS DE GRADO PARA OPTAR POR EL
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

AUTOR :
Br. Ysaac Leiva Diaz

ASESOR :
Ing. Luis Vargas Diaz

Trujillo - Perú

2013

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL PROCESO DE LIMPIEZA
DE LA PARED DE LAS BOTELLAS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE
INSPECCIÓN DE CÓDIGO IMPRESO EN LAS BOTELLAS PRODUCIDAS EN
LA LÍNEA KRONES 160 – PLANTA SANTA ROSA - CORPORACIÓN LINDLEY
S.A. PARA REDUCIR LA CANTIDAD DE BOTELLAS CON MALA IMPRESIÓN”**

Por :
Br. Ysaac Leiva Diaz

Aprobado por :

Ing. SAUL NOEL LINARES VERTIS
PRESIDENTE

Ing. LENIN LLANOS LEON
SECRETARIO

Ing. OSCAR DE LA CRUZ RODRIGUEZ
VOCAL

Ing. LUIS VARGAS DIAZ
ASESOR

PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, pongo a vuestra disposición el presente Trabajo de Tesis titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL PROCESO DE LIMPIEZA DE LA PARED DE LAS BOTELLAS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE INSPECCIÓN DE CÓDIGO IMPRESO EN LAS BOTELLAS PRODUCIDAS EN LA LÍNEA KRONES 160 – PLANTA SANTA ROSA - CORPORACIÓN LINDLEY S.A. PARA REDUCIR LA CANTIDAD DE BOTELLAS CON MALA IMPRESIÓN”**.

Este trabajo, es el resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos en la formación profesional en la Universidad, excusando anticipadamente de los posibles errores involuntarios cometidos en su desarrollo.

Trujillo, Diciembre del 2013

Br. Ysaac Leiva Diaz

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Tesis

A Dios, que me brinda sabiduría, amor y paciencia.

A mis padres, por brindarme su apoyo, fortaleza incondicional y ánimos para salir adelante.

A mis hermanos, por brindarme su apoyo y ayudarme en lo anímico con el desarrollo de mi tesis

A mi asesor, el Ing. Luis Vargas Diaz, por brindarme de su experiencia para el desarrollo de mi Tesis.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado fuerzas y ganas de seguir superándome profesionalmente para establecer mis objetivos, realizar mis metas y cumplir mis responsabilidades.

A la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, por brindarme los conocimientos necesarios para el desarrollo de mi Proyecto de Tesis y abrirme el camino hacia el ámbito laboral.

A todos mis profesores universitarios de ingeniería electrónica, por brindarme conocimientos en cada una de las materias tomadas para mi desarrollo profesional.

A mis padres por haberme enseñado que mi mejor herencia es mi educación, por sus consejos, valores, motivación y amor, de los cuales podré seguir adelante y enfrentarme a los problemas que se presentarán en el transcurso de mi vida.

A mi asesor de tesis, el Ingeniero Luis Vargas Diaz, por su confianza y apoyo en el transcurso de toda la investigación.

A mis padres, por brindarme su apoyo, fortaleza incondicional y ánimos para salir adelante.

A todos Gracias

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo, Identificar los factores afectan la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de las botellas de la línea de producción Krones 160de la Empresa Corporación Lindley S.A. - Planta Santa Rosa, proponer el diseño de la automatización del proceso de codificación de la línea Krones 160. El trabajo presenta los siguientes capítulos: en el capítulo I: En este primer capítulo se muestra el problema, la justificación y los objetivos, en el capítulo II: En este capítulo se muestra los aspectos teóricos, se aprecia el marco teórico y el marco conceptual, en el capítulo III: en este capítulo se muestra el marco metodológico, en el capítulo IV: en este capítulo se muestra descripción de situación actual, en el capítulo V: en este capítulo se muestra descripción de propuesta de solución, en el capítulo VI: En este capítulo se presentan los costos si se implementaría la propuesta, en el capítulo VII: Se presentan las conclusiones y recomendaciones, en el capítulo VIII: Se muestran las referencias bibliográficas utilizadas y en el capítulo IX: Se presentan los anexos a la presente investigación.

ABSTRACT

This work aims, identify the factors affecting the quality of the expiration date printed on the wall of the bottle production line Krones 160 Business Corporation Lindley SA - Ground Santa Rosa, propose the design of process automation coding Krones line 160. The paper presents the following chapters : Chapter I: In this first chapter demonstrates the problem , justification and objectives , Chapter II: This chapter shows the theoretical aspects , the theoretical framework and conceptual framework shown , Chapter III : In this chapter the methodological framework shown in Chapter IV : This chapter description of current situation shown in Chapter V : This chapter description of proposed solution is shown in Chapter VI : the costs are presented in this chapter if the proposal, in Chapter VII would be implemented : the conclusions and recommendations in Chapter VIII are presented: the references are displayed and used in Chapter IX : Annex to the present are presented research.

INDICE

PRESENTACION.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	ix
1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. HIPÓTESIS	4
1.3. OBJETIVOS	4
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. FUNDAMENTO DE PLANTAS EMBOTELLADORAS	7
2.2. FUNDAMENTO DE AUTOMATIZACIÓN	16
3. MARCO METODOLÓGICO.....	22
3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
4. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	26
4.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	26
4.2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	26
5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN	37
6. COSTOS DE EQUIPAMIENTO	53
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
7.1. CONCLUSIONES.....	56
7.2. RECOMENDACIONES	56
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
8.1. BIBLIOGRAFÍA.....	58
8.2. LINKOGRAFIA.....	59
9. ANEXOS	61

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo, Identificar los factores afectan la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de las botellas de la línea de producción Krones 160de la Empresa Corporación Lindley S.A. - Planta Santa Rosa, proponer el diseño de la automatización del proceso de codificación de la línea Krones 160.

El trabajo presenta los siguientes capítulos:

Capítulo I: En este primer capítulo se muestra el problema, la justificación y los objetivos.

Capítulo II: En este capítulo se muestra los aspectos teóricos, se aprecia el marco teórico y el marco conceptual.

Capítulo III:en este capítulo se muestra el marco metodológico.

Capítulo IV: en este capítulo se muestra descripción de situación actual.

Capítulo V: en este capítulo se muestra descripción de propuesta de solución.

Capítulo VI: En este capítulo se presentan los costos si se implementaría la propuesta.

Capítulo VII: Se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Capítulo VIII: Se muestran las referencias bibliográficas utilizadas.

Capítulo IX: Se presentan los anexos a la presente investigación.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el departamento de la Libertad provincia de Trujillo distrito de Moche, la empresa Corporación Lindley S.A., empresa dedicada a la elaboración de bebidas carbonatadas no alcohólicas, tiene operando una de sus plantas industriales llamada Planta Santa Rosa. La planta cuenta con cuatro áreas que en conjunto trabajan para brindar el mejor producto al cliente, las cuales son: el área de procesos, el área de tratamiento de agua, el área de producción y el área de distribución.

El área de producción se encarga del envasado de la bebida producida en botellas de plástico y vidrio de diferentes formatos, esta área cuenta con cinco líneas de producción. La Línea de producción llamada Kronen 160 es una línea dedicada al envasado de botellas de vidrio de diferentes formatos, las botellas para su envasado pasan por diferentes procesos como: el despaletizado, el desencajonado, el lavado de botellas, el lavado de las cajas, la inspección del estado de la botella, el llenado, el capsulado, el codificado, el encajonado y el paletizado.

El proceso de codificado consiste en imprimir sobre la pared de la botella la fecha de vencimiento de la bebida contenida, en este proceso se limpia y seca la pared exterior de la botella y luego se imprime la fecha de vencimiento; por ser una botella de vidrio se emplea el método de impresión a tinta.

Dentro del proceso de codificado de la botella, se presenta un problema con la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de la botella, es decir se encuentran botellas impresas con la fecha de vencimiento de manera: entrecortada, ilegible y distorsionada. En ocasiones se han dado casos en los cuales sobre la pared de la botella no existe fecha de vencimiento a pesar que pasaron por el proceso de codificación; Este problema afecta a una gran cantidad de botellas antes que los operarios de los procesos siguientes se percaten de esta anomalía.

Este problema viene ocasionando: paradas no programadas, retrasos en el plan de producción de la línea y utilización de personal debido a que se tienen que volver a reimprimir el producto afectado.

1.1.1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Esta investigación se realizara en la línea producción Krones 160 de la planta industrial Santa Rosa de la empresa Corporación Lindley S.A.

El estudio se realizara sobre el proceso de codificación de la línea de producción Krones 160.

El presente trabajo se enfocara el problema que ocurre con la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de la botella.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera se puede mejorar la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de las botellas de la línea de producción Krones 160 – Planta Santa Rosa?

1.1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se realiza en razón que el problema afecta gran cantidad de las botellas producidas en la línea Krones 160 como lo demuestran los siguientes datos, Informe de cambio de turno de supervisores de mantenimiento (2012) señalo que en el año 2012 este problema afecto el 0.8% del total producido en la línea de producción. Además, Formato de registro de incidencias de la línea Krones 160 (2013) señalo que en lo que va del año 2013 de las 100 paradas no programadas registradas el 8% fue por este problema, Informe de cambio de turno de supervisores de mantenimiento (2013) señala en lo que va del año 2013 el plan de producción de la semana se tuvo que prolongar en 140 ocasiones de las cuales 15 ocasiones en fueron por problemas con la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la botella.

1.1.4. APORTES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En el ámbito corporativo: La presente investigación aporta una propuesta que pueda mejorar el proceso de codificación de la línea de producción Krones 160.

En el ámbito económico: la presente propuesta permitirá reducir las pérdidas de tiempo y recursos en la línea de producción.

En el ámbito académico: Este trabajo presentara un análisis del sistema y describirá la propuesta de automatización lo cual permitirá a otros investigadores tomarla como referencia en futuras investigaciones.

1.2. HIPÓTESIS

1.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

La propuesta de diseño de automatización del proceso de codificación, permitirá mejorar la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de las botellas de la línea Krones 160 – Planta Santa Rosa.

1.2.2. VARIABLES

- **Variable independiente:** Automatización del proceso de codificación
- **Variable dependiente:** Calidad de la fecha de vencimiento impresa

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar la automatización del proceso de codificación de la línea Krones 160 de la Empresa Corporación Lindley S.A. - Planta Santa Rosa.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los factores que afectan la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de las botellas.
- Diseñar un sistema de control del flujo y temperatura de agua para la etapa de limpieza de la pared de la botella que asegure una buena limpieza de la pared de la botella.
- Diseñar un sistema de inspección por imágenes de la fecha de vencimiento impresa en la pared de las botellas de la línea Krones 160.
- Estimar los costos de implementación del proyecto diseñado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTO DE PLANTAS EMBOTELLADORAS

2.1.1. Plantas embotelladoras

Según procesos industriales (2009), Son empresa orientada al consumidor cuya función es la preparación y el envasado de bebidas para su distribución. Las bebidas envasadas en estas plantas industriales son de diferentes clases tenemos por ejemplo: las bebidas alcohólicas, no alcohólicas, las bebidas gaseosas o bebidas carbonatadas, bebidas no carbonatadas, etc.

Las empresas embotelladoras que se dedican a envasar bebidas en grandes cantidades cuentan con planta industriales diseñadas especialmente para realizar esta función, contando con diferentes áreas y diferentes procesos productivos.

2.1.1.1. Área de una planta embotelladora ¹

Las plantas industriales dedicadas a la producción de bebidas carbonatadas y no carbonatadas para el envasado de la bebida cuentan con diferentes áreas, como tenemos:

- Área de Tratamiento de agua

En este proceso se trata el agua que se utilizara para la elaboración de diferentes bebidas, el agua empleada para la preparación de la bebida pasa por diferentes procesos de filtración y tratamiento.

- Área de elaboración de bebida

En esta parte del proceso el agua tratada se mezcla con el saborizante en cantidades necesarias obteniendo así la bebida que esta lista para su envasado, el agua y el saborizante pasan por diferentes procesos antes de estar listo para su envasado.

¹ Universidad Nacional de Ingeniería (22 de julio del 2009). *Procesos industriales – Corporación JR Lindley S.A.* Pag. 03. Recuperado el 30 de noviembre del 2013 de: <http://es.scribd.com/doc/17546637/05-Inka-Kola-1>

- **Área de Producción**

En esta área se envasa la bebida preparada en diferentes tipos de recipientes, por ejemplo: botellas de vidrio, botellas de plástico, envase de lata, etc. Para el envasado de la bebida el recipiente donde se envasara las botellas pasaran por diferentes procesos, a la agrupación de todo este proceso se llama línea de producción.

- **Área de tratamiento de aguas residuales**

Al agua o líquidos provenientes del proceso productivo, es llevada hacia la planta de tratamiento de agua, en esta planta se trata el agua para ser reutilizada en diferentes aplicaciones como: lavado de pisos de la planta, regadío de áreas verdes de la planta.

- **Área de distribución**

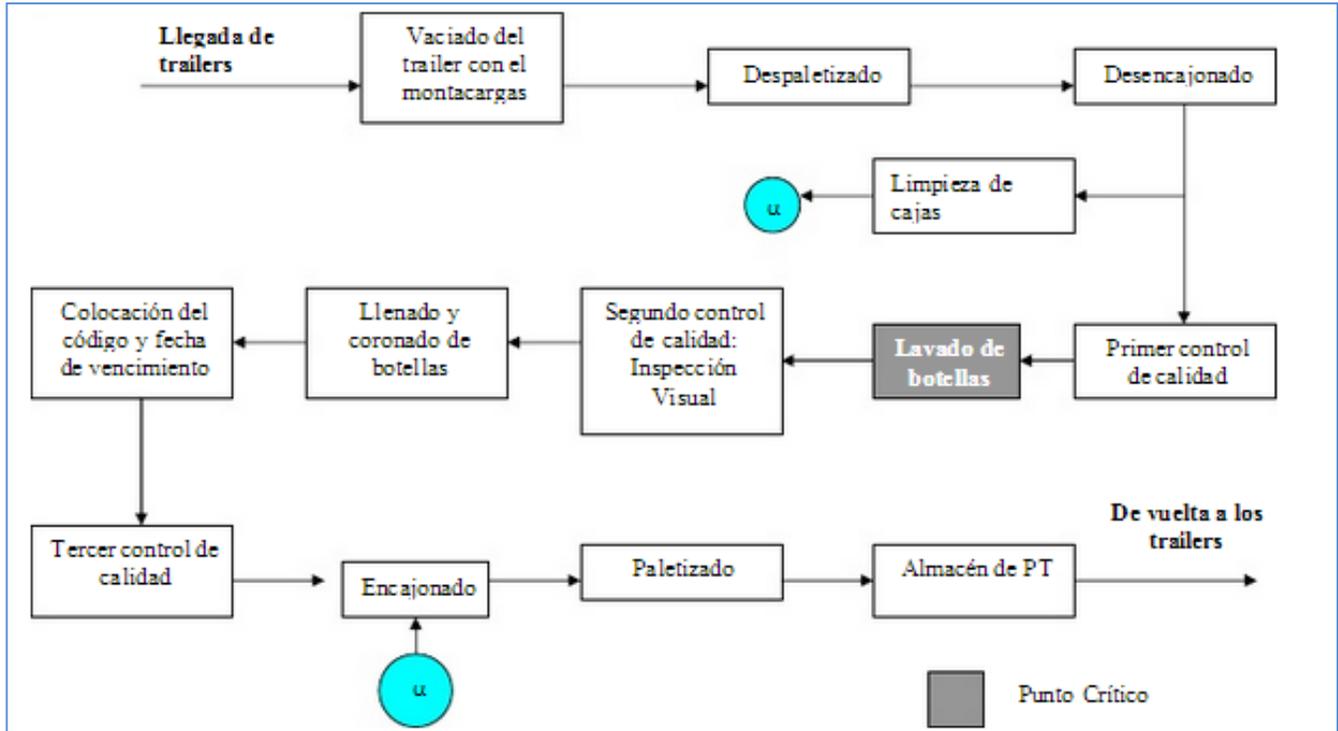
Esta área se encarga de la promoción del producto en el mercado y del despacho del producto envasado al mercado consumidor.

2.1.2. Línea de producción de vidrio²

Se llama línea de producción a la agrupación de varios procesos con una finalidad en común, Para realizarse el envasado de la bebida las botellas pasan por diferentes procesos, los procesos presentes en una línea de producción depende el tipo de botella a envasar. Para una botella de vidrio la línea está compuesta por los siguientes procesos.

²Universidad Nacional de Ingeniería (22 de julio del 2009). *Procesos industriales – Corporación JR Lindley S.A.* Pag. 04. Recuperado el 30 de noviembre del 2013 de: <http://es.scribd.com/doc/17546637/05-Inka-Kola-1>

Figura 1. Línea de producción de vidrio



Fuente: Procesos industriales – Corporación JR Lindley S.A.³

Elaborado por: Procesos industriales – Corporación JR Lindley S.A.

- Despaletizadora.

Equipo electrónico que se encarga de desarmar los pallets poniendo las cajas sobre las fajas transportadoras, este equipo despaletiza dos pallets a la misma vez.

- Desencajonadora.

Equipo electrónico que se encarga de extraer las botellas de las cajas del proceso de despaletiza y luego pone las botellas sobre las fajas transportadoras, este equipo extrae las botellas de dos cajas a la vez.

³Universidad Nacional de Ingeniería (22 de julio del 2009). *Procesos industriales – Corporación JR Lindley S.A.* Pag. 09. Recuperado el 30 de noviembre del 2013 de: <http://es.scribd.com/doc/17546637/05-Inka-Kola-1>

- Descapsulador.

Este equipo se encarga de retirar las tapas de las botellas, el tipo de tapas que saca este equipo es tapa rosca este equipo trabaja cuando se envasan formatos que usen tapa rosca.

- Lavadora de botellas.

Este equipo se encargará de lavar las botellas que llegan del mercado, por medio de una solución caustica caliente que limpia las botellas y las enjuaga a presión con agua fresca para obtener una botella limpia y esterilizadas.

- Lavadora de cajas

Este equipo se encarga de lavar las cajas que el desencajonador dejó sin botellas. A través de un ciclo usando agua caliente a alta presión este equipo lava las cajas y manda las cajas limpias hacia la encajonadora.

- Inspector omnivision II.

Este equipo se encarga de inspeccionar las botellas que salen de la lavadora, a través de un mecanismo electrónico separa las botellas que tienen una anomalía o también si tienen un cuerpo extraño de las que están en óptimas condiciones.

- Llenadora

Este equipo se encarga de llenar las botellas ya inspeccionadas con la bebida respectiva y la cantidad que le corresponde también este equipo luego de llenarlas las capsula colocando tapas de metal si el envase usa tapa de metal a través de un coronador o en caso contrario colocarle tapa rosca a través de un capsulador.

- Inspector de nivel checman

Este equipo se encarga de separar las botellas que estén bajo el nivel o que tengan el nivel demasiado alto y estén sin tapa

- Codificador

Este equipo imprime en la botella el código correspondiente al formato que se está produciendo el código está conformado por: la fecha de vencimiento de la bebida, línea de producción, hora e identificación de la planta.

- Encajonadora

Este equipo se encarga de colocar las botellas en las cajas, a través de unos mecanismos se colocan las botellas en las cajas, este equipo puede llenar 10 cajas con botellas a la misma vez.

- Paletizadora.

Este equipo se encarga de colocar las cajas con botellas en los pallets, agrupando las cajas en determinadas cantidades según el formato que se esté produciendo, este equipo puede armar dos pallets a la misma vez.

2.1.3. Control de calidad del proceso⁴

Durante todo el proceso de embotellado, debe llevarse diversos controles de calidad; que permitan conocer, desde la calidad del lavado del envase hasta la apariencia y conservación del producto final. En el proceso de embotellado de bebidas gaseosas, existen diversos controles de calidad, rendimientos y capacidad del proceso; el control de calidad permite tomar las acciones correctivas en el momento indicado si fuere necesario,

⁴Universidad Nacional de Ingeniería (22 de julio del 2009). *Procesos industriales – Corporación JR Lindley S.A.* Pag. 12. Recuperado el 30 de noviembre del 2013 de: <http://es.scribd.com/doc/17546631/05-Inka-Kola>

para lograr resultados que no excedan los establecidos para cada producto o proceso.

2.1.3.1. Control de calidad del producto

Los controles de brix y carbonatación, son muy importantes, por esto se debe calibrar y comprobar el buen funcionamiento de los equipos utilizados en su medición. Otros controles realizados al producto son: Coronado o encapsulado hermético, apariencia, sabor y olor.

- Concentración o densidad del jarabe (brix)

En esta prueba se mide la densidad del azúcar en el jarabe. Su determinación debe ser precisa, para cumplir con las especificaciones. Para esto, las mediciones se realizan tomando, al azar, botellas envasadas cada cierto tiempo, en este caso son cada 30 minutos: se hace uso de un densímetro y un termómetrofahrenheit.

Primero se elimina el gas de la muestra, agitando constantemente, y luego; el líquido, es vertido en una probeta, en la que se introduce un densímetro y un termómetro; con estas mediciones, y haciendo uso de una tabla preestablecida se determina la densidad o brix.

- Carbonatación

Consiste en determinar el contenido y concentración de gas carbónico en la bebida, que debe estar con la correcta altura de llenado. Para esta prueba se utiliza un manómetro y un termómetro, la botella se agita por 25 segundos aproximadamente, se perfora la tapa con un equipo especial y se mide hasta que la presión llegue a 0 psi., se vuelve a agitar y se toma la medición. Después se introduce el termómetro por el orificio en la tapa y se toma la temperatura. Finalmente con los valores de presión y temperatura se determina el volumen de carbonatación de la bebida.

2.1.3.2. Control de calidad del agua

Se toma muestras y se hace un seguimiento sobre los valores de algunas propiedades del agua.

- Sabor y Olor

No debe tener ningún olor ni sabor; porque, origina en la bebida un sabor censurable.

- Turbidez

Debe tener como máximo 5.0 P.P.M.; ya que, origina sabor censurable y decoloración en la bebida.

- Algas y protozoo, levadura y mohos

No debe tener ninguno; ya que, origina además de sabor censurable en la bebida, sedimento y deterioro.

- Alcalinidad

Máximo 50 P.P.M.; porque, neutraliza el ácido de la bebida.

- Dureza total

Verifica el control del buen trabajo de los ablandadores.

2.1.3.3. Control de calidad del lavado de envases

Este tipo de control se realiza en la lavadora de botellas y su objetivo es que la botella estén limpias y listas para el proceso de envasado, se toma muestras de:

- Causticidad

No debe haber ningún residuo cáustico en la botella lavada.

- Residuo de detergente

No debe tener.

- Temperatura de soluciones

Verifica que la temperatura en la lavadora sea la adecuada para no tener problemas de choque térmico cuando la botella entre a la llenadora. Suciedad y mohos.- Se hace pruebas con azul de metileno para descartar su presencia.

2.1.3.4. Pruebas bacteriológicas

Se realizan periódicamente para evitar la formación de mohos y hongos en la sala de embotellado.

2.1.4. Fecha de caducidad⁵

Las bebidas carbonatadas antes de salir al mercado para ser consumidas deben de contar con una fecha de vencimiento impresa por lo general en el cuerpo del producto, la fecha de vencimiento es la fecha tras la cual el producto, no tendrá muy probablemente las cualidades de calidad que normalmente tiene cuando fue fabricado. Implica que una vez rebasada la fecha impresa en el producto, este podría causar daño en nuestra salud si se ha alcanzado la fecha indicada, por tanto, ese producto no se debería ingerir.

2.1.4.1. Sistemas de impresión de fecha de caducidad

Las plantas dedicadas al rubro de fabricación de bebidas carbonatadas no alcohólicas, utilizan para imprimir la fecha de caducidad en sus productos unos equipos llamados codificadores, estos equipos utilizan diferentes métodos de impresión, los métodos de codificación varían de acuerdo al tipo de botella a codificar.

⁵Ministerio de Salud (30 de diciembre del 2010). *Normas sanitarias para la fabricación y elaboración*. Pag. 16. Recuperado el 30 de noviembre del 2013 de: <http://www.digesa.sld.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>

2.1.4.2. Tipos de codificación

- Codificador a tinta

Utilizado para imprimir la fecha de caducidad en botellas de vidrio y botellas REFPET. Debido que estas botellas se reutilizan de esta forma la fecha de caducidad impresa se puede retirar para una nueva producción.

- Codificador a laser

Utilizado para imprimir la fecha de caducidad en botellas PET.

2.1.4.2.1. Codificador a tinta

Los codificadores a tinta son equipos que mediante la utilización de tinta líquida imprimen sobre las botellas la fecha de caducidad, para realizar este proceso los codificadores utilizan el siguiente forma de trabajo la tinta es enviada bajo presión a través de un orificio desde un depósito principal. En el área adyacente al orificio se aplica una vibración a la tinta, lo cual provoca que el flujo se divida en gotas independientes.

El flujo de gotas se dirige a un electrodo de carga. Cuando una gota pasa por el electrodo de carga, puede ser cargada eléctricamente mediante un voltaje preestablecido. Al pasar estas gotas a través del campo electrostático producido por dos placas de alto voltaje paralelas, son desviadas del flujo principal. La desviación será mayor cuanto mayor sea la carga de la gota. las gotas que al pasar por el electrodo de carga no son cargadas no son desviadas y se dirigen al canalón, en el canalón la gota mediante un sistema de vacío es recogido y devuelta al depósito principal.

2.2. FUNDAMENTO DE AUTOMATIZACIÓN

2.2.1. Sistemas de control⁶

El objetivo de un sistema de control es el de gobernar la respuesta en una planta, sin que el operador intervenga directamente sobre los elementos de salida. Dicho operador manipula únicamente las magnitudes denominadas de consigna y el sistema de control se encarga de gobernar dicha salida a través del accionamiento de los elementos finales de control.

El conjunto de sistemas de control y accionamiento se limitaría a ser un convertidor amplificador de potencia que ejecuta las órdenes dadas a través de las magnitudes de consigna. Este tipo de sistema de control se denomina en lazo abierto, por el hecho de que no recibe ningún tipo de información del comportamiento de la planta.

Lo habitual, sin embargo, es que el sistema de control se encargue de la toma de ciertas decisiones ante determinados comportamientos de la planta, hablándose entonces de sistemas automáticos de control. Para ello se requiere la existencia de algunos sensores que detectan el comportamiento de dicha planta y de unas interfaces para adaptar las señales de los sensores a las entradas del sistema de control. Este tipo de sistema se denomina en lazo cerrado ya que poseen una estructura con una cadena directa y un retorno o realimentación, formando un lazo de control, donde la señal de salida o controlada interviene en las acciones de control.

⁶Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui (Abril del 2009). *Propuesta de automatización y control para la planta de inyección de agua salada*. Pag. 53. Recuperado el 30 de noviembre del 2013 de:

<http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1097/1/Tesis.AUTOMATIZACION%20PARA%20LA%20PLANTA%20DE%20INYECCION%20DE%20AGUA%20SALADA.pdf>

2.2.1.1. Sistemas de control de lazo abierto

Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada, y da como resultado una señal de salida independiente. Estos sistemas se caracterizan por:

- Sencillos y de conceptos fáciles.
- Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.
- La salida no se compara con la entrada.
- Afectado por las perturbaciones.

La precisión depende de la previa calibración del sistema.

2.2.1.2. Sistemas de control de lazo cerrado

Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Sus características son:

- Complejos, pero amplios de parámetros.
- La salida se compara con la entrada y la afecta para el control del sistema.
- Estos sistemas se caracterizan por su propiedad de retroalimentación.

2.2.2. Automatización

Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte operativa.
- Parte de mando

2.2.2.1. Parte Operativa⁷

Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera. Los dispositivos encargados de convertir las magnitudes físicas en magnitudes eléctricas se denominan transductores. Los transductores se pueden clasificar en función del tipo de señal que transmiten en:

- Transductor todo o nada

Suministran una señal binaria claramente diferenciada. Los finales de carrera son transductores de este tipo.

- Transductores numéricos

Transmiten valores numéricos en forma de combinaciones binarias. Los encoders son transductores de este tipo.

- Transductores analógicos

Suministran una señal continua que es fiel reflejo de la variación de la magnitud física medida.

2.2.2.1.1. Accionadores y Preaccionadores

El accionador es el elemento final de control que, en respuesta a la señal de mando que recibe, actúa sobre la variable o elemento final del proceso. Un accionador transforma la energía de salida del automatismo en otra útil para el entorno industrial de trabajo, pueden ser clasificados en eléctricos, neumáticos e

⁷Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui (Abril del 2009). *Propuesta de automatización y control para la planta de inyección de agua salada*. Pag. 55. Recuperado el 30 de noviembre del 2013 de:

<http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1097/1/Tesis.AUTOMATIZACION%20Y%20CONTROL%20PARA%20LA%20PLANTA%20DE%20INYECCION%20DE%20AGUA%20SALADA.pdf>

hidráulicos. Los accionadores más utilizados en la industria son: Cilindros, motores de corriente alterna, motores de corriente continua, etc.

2.2.2.2. Parte de Mando

Generalmente suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómatas programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

2.2.2.2.1. Tecnologías cableadas

Con este tipo de tecnología, el automatismo se realiza interconectando los distintos elementos que lo integran. Su funcionamiento es establecido por los elementos que lo componen y por la forma de conectarlos.

Esta fue la primera solución que se utilizó para crear autómatas industriales, pero presenta varios inconvenientes. Los dispositivos que se utilizan en las tecnologías cableadas para la realización del automatismo son:

- Módulos lógicos neumáticos.
- Relés electromagnéticos.
- Tarjetas electrónicas.

2.2.2.2.2. Tecnologías programadas

Los avances en el campo de los microprocesadores de los últimos años han favorecido la generalización de las tecnologías programadas. En la realización de automatismos. Los equipos realizados para este fin son:

- El ordenador

Como parte de mando de un automatismo presenta la ventaja de ser altamente flexible a modificaciones de proceso. Pero, al mismo tiempo, y debido a su diseño no específico para su entorno industrial, resulta un elemento frágil para trabajar en entornos de líneas de producción.

- Autómata programable industrial

Es un elemento robusto diseñado especialmente para trabajar en ambientes de talleres, con casi todos los elementos del ordenador.

2.2.2.3. Objetivos de la automatización

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se presenta en este trabajo, de acuerdo a los fines que se persigue, es aplicada. Por qué utiliza la automatización para mejorar el proceso de codificación y por ende mejorar la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de las botellas de la línea Krones 160 – Planta Santa Rosa.

3.1.2. Diseño de la investigación

El tipo de investigación será no experimental ya que no se hará Manipulación de variables.

3.1.3. Recolección de datos

Para el desarrollo del presente trabajo fue necesario contar con diversos tipos de información, la cual fue recaudada de diferentes medios tanto teóricos (Libros, Tesis, Manuales, documentos de Internet, entre otros.) como prácticos (Reuniones, entrevistas, recolección de datos, pruebas de funcionamiento del proceso, entre otros). Dicha información fue luego clasificada, ordenada y procesad. De esta manera se pudo realizar un desarrollo fiel y consistente de nuestro estudio.

3.1.4. Materiales

Para poder conocer la realidad problemática, identificar necesidades, plantear soluciones y diseñar soluciones, se realizaron:

- **Revisión de registro de las fallas de codificación.**

Se revisaron los diferentes formatos y registros con los que cuenta la línea de producción Krones 160 para determinar los problemas que vienen generando este problema. Además, la cantidad de producto afectado con este problema.

Los registros revisados fueron:

- Registro de incidencias de la línea de producción Krones 160

En el cual se lleva un control por horas de las paradas no programadas de la línea y las causas de esa parada.

- Registro de cambio de turno de supervisores de mantenimiento

En este registro los supervisores del área de mantenimiento hacen un informe de todos los problemas que ocurrieron con los equipos y la solución que se dio en su momento.

- Registro de codificación de la línea Krones 160

Registro que es tomado por los técnicos de mantenimiento cada cambio de formato en el cual se toma nota del estado del codificador y se registra el código que se programó en el equipo para que imprima.

- **Entrevista con los supervisores del área de mantenimiento.**

Con la entrevista a los supervisores del área de mantenimiento se conocerá la información de las posibles causas que generan este problema. Además, información acerca de los problemas que ocasiona esta falla en la línea de producción.

- **Información técnica del equipo codificador a tinta domino.**

Con la información técnica del equipo codificador a tinta domino servirá para conocer el funcionamiento del equipo y analizar las posibles fallas.

- **Realización de pruebas del funcionamiento del proceso de codificación.**

Se hicieron pruebas con botellas en los diferentes puntos del proceso de codificación con la finalidad de obtener información de las causas que estaría ocasionando este problema y determinar las posibles soluciones que permitan

mejorar el proceso de codificación por ende mejorar la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de la botella.

3.1.5. Procedimientos

Una vez recolectada la información del problema de la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de las botellas, se procedió a seleccionar la información más relevante para justificar y documentar el problema. A partir de ello se desarrolló el análisis y diseño de la propuesta, quedando todo este procedimiento y sus conclusiones plasmados en la redacción del presente informe.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL TRABAJO

4. DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

La planta industrial Santa Rosa es una de las plantas embotelladoras de la empresa Corporación Lindley S.A. ubicada en el departamento de La Libertas provincia de Trujillo distrito de Moche, con dirección: Carretera Industrial Km 2.5 Moche Trujillo.

Dicha empresa tiene como visión ser la empresa peruana de clase mundial líder en bebidas no alcohólicas.

Esta planta industrial se dedica a la elaboración y embotellado de bebidas no alcohólicas carbonatadas y bebidas no alcohólicas no carbonatadas.

La planta cuenta con cuatro áreas que en conjunto trabajan para brindar el mejor producto al cliente las cuales son: el área de procesos, el área de tratamiento de agua, el área de producción y el área de distribución.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.2.1. Área de producción

La investigación se realizara en el área de producción de dicha empresa, El área de producción se encarga del envasado de la bebida producida en botellas de plástico y vidrio de diferentes formatos, esta área cuenta con cinco líneas de producción, tres líneas se dedican al envasado en botellas de plástico no retornable (PET) y dos líneas para el envasado en botellas de vidrio y botellas de plástico retornable (REFPET).

4.2.2. Línea de producción de vidrio Kronos 160

La Línea de producción llamada Kronos 160 es una línea dedicada al envasado de botellas de vidrio.

En esta línea de producción se envasan las marcas: Coca Cola, Inca Kola, Fanta y sprite en envases de vidrio de diferentes formatos, teniendo un total de dieciséis formatos envasados.

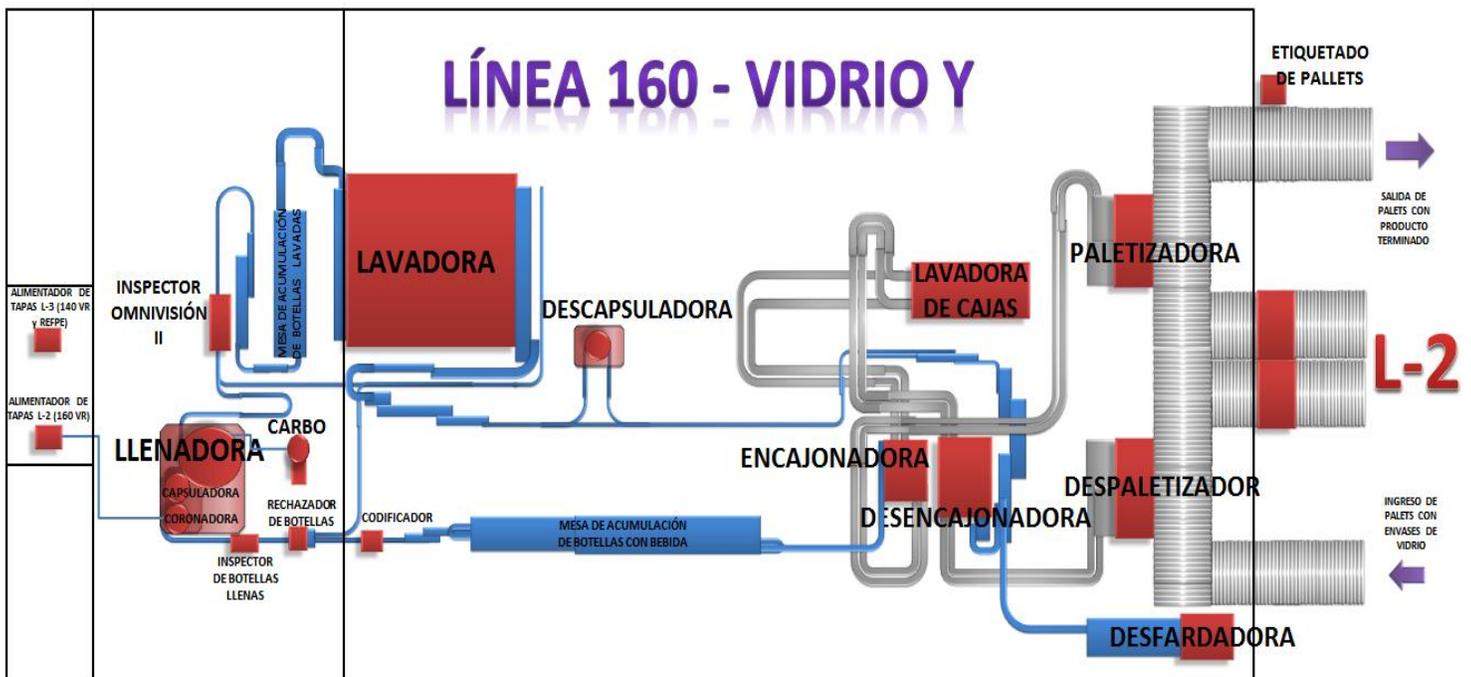
Tabla 02: Marcas y formatos producidos en las líneas de producción

LÍNEA	EMPAQUE	FORMATOS QUE SE EMBOTELLAN	SABORES QUE SE EMBOTELLAN	SKU's QUE SE EMBOTELLAN	SKU's PENDIENTES	TOTAL SKU's QUE SE EMBOTELLARÁN POR LÍNEA
LÍNEA 01 LÍNEA BIDONES	R-PET	20,000 ml	SLSG			1
LÍNEA 02 LÍNEA KRONES 160	VIDRIO RETORNABLE	192 ml, 237 ml, 296 ml, 625 ml, 1000 ml	CC, IK, FT, SP	CC192, IK192, FT192, SP192, CC237, IK237, FT237, SP237, CC296, IK296, FT296, SP296, CC625, IK625, CC1000, IK1000		16

Fuente: Planta Santa Rosa
Elaborada por: Planta Santa Rosa

las botellas para su envasado pasan por diferentes procesos como: el despaletizado, el desencajonado, el lavado de botellas, el lavado de las cajas, la inspección del estado de la botella, el llenado, el capsulado, el codificado, el encajonado y el paletizado.

Figura 2. Layout de la línea de producción Krones 160

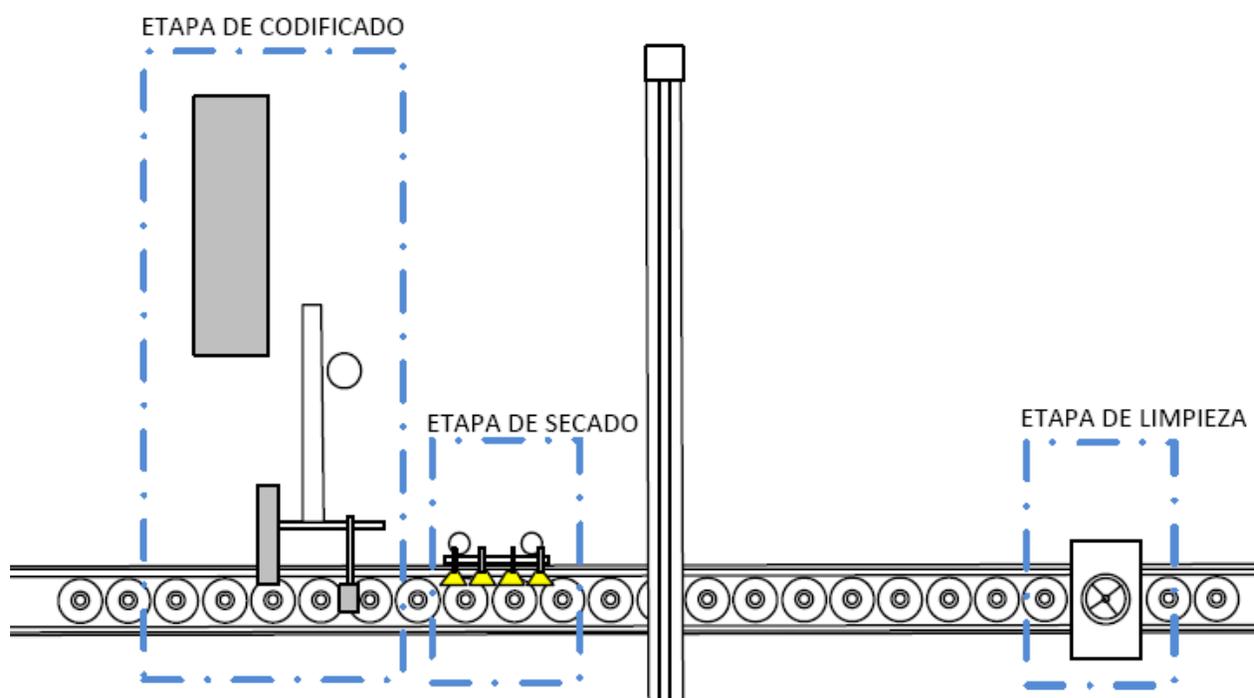


Fuente: Planta Santa Rosa
Elaborado por: Planta Santa Rosa

4.2.2.1. Proceso de codificación

El proceso de codificación en esta línea de producción consta de tres etapas la etapa de limpieza de la pared de la botella, la etapa de secado de la pared y la etapa de impresión de código.

Figura 3. Plano de proceso de codificación de la línea Kronos 160



Fuente: Planta Santa Rosa

Elaborado por: El autor

4.2.2.1.1. Etapa de limpieza de la pared de la botella

En esta etapa se encarga de retirar de la pared de la botella restos de melaza producto del envasado, además restos de soda caústica que pueda tener la botella debido que en la etapa de lavado no recibió un buen enjuague.

En esta etapa del proceso se inyecta sobre la pared de la botellas agua nanofiltrada el agua se tomada de la red de tubería de agua nanofiltrada, con un tornillo sin fin se regula manualmente la altura en la que se rociaría el agua para que haga una buena limpieza.

Figura 4. Etapa de limpieza de pared de la botella



Fuente: Planta Santa Rosa
Elaborado por: El autor

4.2.2.1.2. Etapa de secado de la pared de la botella

En esta etapa las botellas que salieron de la etapa de limpieza pasan por un proceso de secado, en esta etapa se prepara la pared de la botella para que el código que se imprimirá se impregne de forma adecuada.

El secado de la pared de las botellas es mediante unas peinetas que toman aire comprimido de la línea de aire comprimido y direccionan el aire comprimido hacia la pared de la botella la presión del aire es de 4 Bar.

Figura 5. Etapa de limpieza de pared de la botella



Fuente: Planta Santa Rosa
Elaborado por: El autor

4.2.2.1.3. Etapa de impresión de fecha de caducidad

En esta etapa se imprime sobre la pared de las botellas la fecha de vencimiento propia del producto, el método de impresión utilizado es a tinta.

Para realizar la impresión se utiliza un equipo codificador de la marca Domino modelo A300, este equipo está compuesto por una cabina, un cabezal de impresión y un sensor de proximidad.

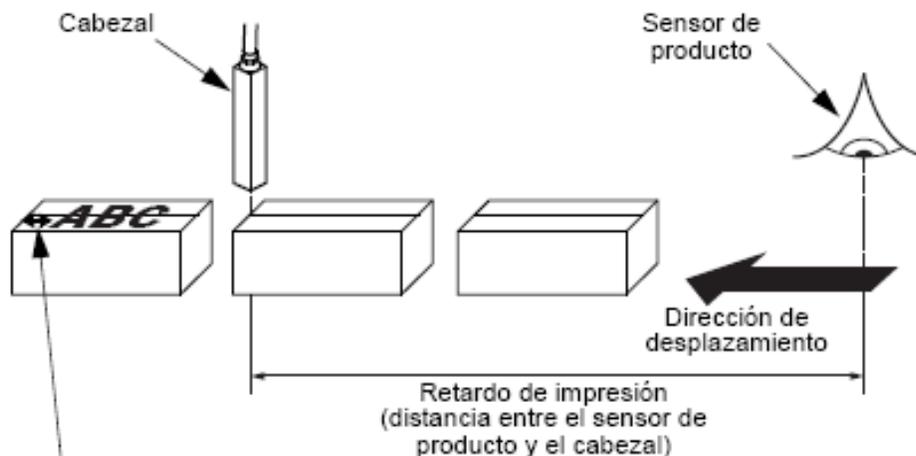
Figura 6. Etapa de Impresión de la fecha de vencimiento



Fuente: Planta Santa Rosa
Elaborado por: El autor

Luego que las botellas pasan por el proceso de secado las botellas ingresan al proceso de codificado, las botellas en primera instancia son detectadas por el sensor de proximidad que envía una señal a la cabina luego de un retardo la cabina envía voltajes al electrodo de carga y a las placas deflectoras que se encuentra en el cabezal iniciándose el proceso de impresión.

Figura 7. Proceso de Impresión de la fecha de vencimiento



Fuente: Manual del codificador Domino
Elaborado por: Manual del codificador Domino

4.2.2.2. Estructura de la fecha de vencimiento impresa

La fecha de vencimiento que se imprime en la pared de la botella además de registrar la fecha en la que el producto no es apto para el consumo se registra también el código de la planta producida, fecha de producción, línea de producción y hora de producción.

Figura 8. Proceso de Impresión de la fecha de vencimiento

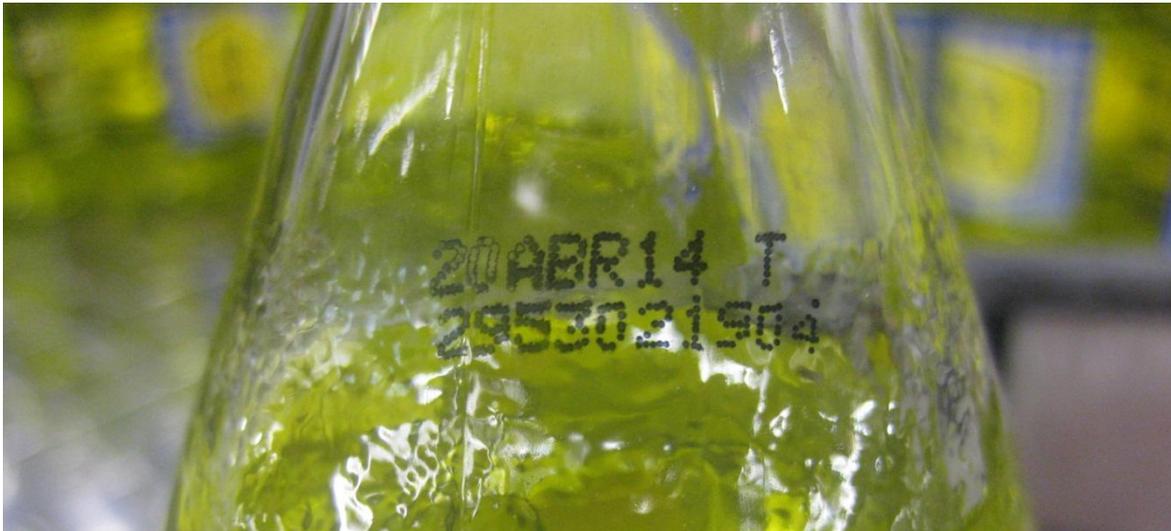


Fuente: Planta Santa Rosa
Elaborado por: El Autor

4.2.3. Problema existente dentro del proceso de codificación

Dentro del proceso de codificado de la botella, se presenta un problema con la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de la botella, es decir se encuentran botellas impresas con la fecha de vencimiento de manera: entrecortada, ilegible y distorsionada. En ocasiones se han dado casos en los cuales sobre la pared de la botella no existe fecha de vencimiento a pesar que pasaron por el proceso de codificación.

Figura 9. Botella con problema de calidad de fecha de impresión



Fuente: Planta Santa Rosa

Elaborado por: El Autor

Este problema viene ocasionando: paradas no programadas, retrasos en el plan de producción de la línea y utilización de personal debido a que se tienen que volver a reimprimir el producto afectado.

Como lo demuestran los datos de los formatos tomados, Informe de cambio de turno de supervisores de mantenimiento (2012) señaló que en el año 2012 este problema afectó el 0.8% del total producido en la línea de producción. Además, Formato de registro de incidencias de la línea Krones 160 (2013) señaló que en lo que va del año 2013 de las 100 paradas no programadas registradas el 8% fue por este problema, Informe de cambio de turno de supervisores de mantenimiento (2013) señala en lo que va del año 2013 el plan de producción de la semana se tuvo que prolongar en 140 ocasiones de las cuales 15 ocasiones en fueron por problemas con la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la botella.

4.2.4. Pruebas realizadas para determinar las causas del problema

De la revisión de los registros de la línea de producción Krones 160, entrevista con los supervisores del área de mantenimiento y los técnicos de mantenimiento, información técnica de los equipos presentes en el proceso de codificación y la realización de pruebas del funcionamiento del proceso de codificación.

Las causas que provocan que se tenga una mala calidad de fecha de caducidad impresa se estima que son:

Deficiente limpieza de la pared de la botella

La buena limpieza de la pared de la botella depende de la regulación que haga el maquinista de las peinetas que inyectan agua en la pared de la botella cada cambio de formato, existen ocasiones en que algunas botellas contienen restos de soda caustica dicho proceso no está preparado para retirar esta solución química de la pared de la botella. Además, la vibración propia del transportador genera que se mueva la posición de las peinetas.

Se realizaron pruebas con botellas que paso por un proceso deficiente de limpieza se obtuvo como resultado que el código impreso en la botella sea de mala calidad.

Deficiente secado de la pared de la botella

El buen secado de la pared de la botella depende de la regulación que haga el técnico de mantenimiento de las peinetas que inyectan aire comprimido en la pared de la botella cada cambio de formato, la vibración propia del transportador genera que se mueva la posición de las peinetas.

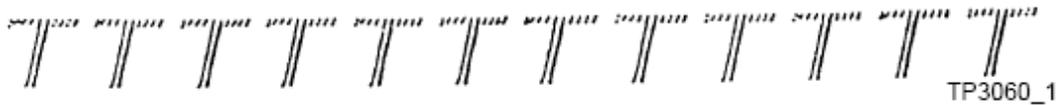
Deficiente regulación del equipo codificador en el cambio de formato

Cada cambio de formato el técnico de mantenimiento tiene que regular la posición del sensor de proximidad, la posición del cabezal, se tiene que ingresar manualmente en el equipo la fecha de vencimiento correspondiente a ese formato. Además, cada seis horas de producción se tiene que realizar una limpieza del cabezal.

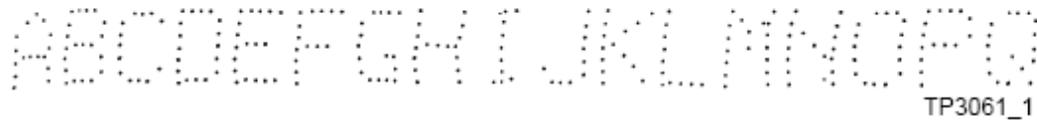
Si se hace una mala regulación de los componentes expuestos se tiene como resultado:

Figura 10. Problemas que ocasiona una mala regulación del codificador

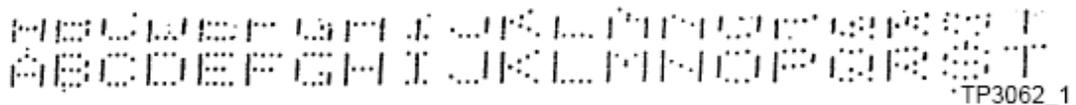
Domino



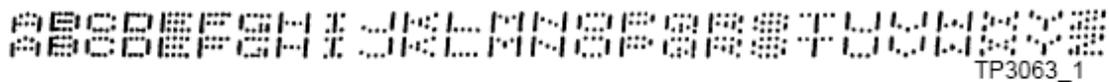
Cabezal demasiado separado de la superficie de impresión.



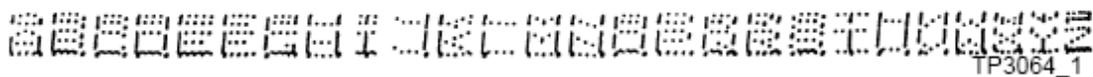
Presión excesivamente baja: nótese la falta de gotas de tinta en algunos caracteres.



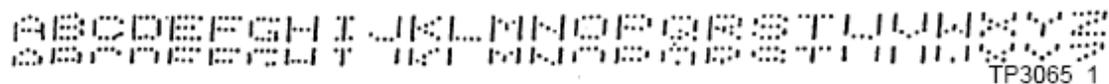
Presión excesivamente alta: nótese cómo las gotas de tinta se juntan en algunos caracteres.



Fragmentación incorrecta: pueden verse satélites en el visor y la ruptura no está en la posición correcta con respecto al electrodo de carga.



Las gotas rozan el borde del canalón: se ha alineado el chorro incorrectamente respecto al canalón o la altura de impresión es demasiado baja.



Error de fase: véase el fallo de fragmentación incorrecta (más arriba).

Fuente: Manual del codificador Domino

Elaborado por: Manual del codificador Domino

CAPÍTULO V
DESCRIPCIÓN DE PROPUESTA DE
SOLUCIÓN

5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DE PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Luego del análisis realizado se concluyó que se tiene que mejorar los procesos limpieza, el proceso de secado y mejorar la regulación del equipo codificador cada cambio de formato.

5.1.1. Propuesta para mejorar el proceso de limpieza de la pared

5.1.1.1. Elección de sustancia para limpieza de la pared

Las botellas en esta etapa en la pared se encuentran con restos de melaza producto del proceso de llenado y algunas botellas con restos de soda caustica por un mal proceso de enjuague. Se diseñó un proceso de limpieza que permita retirar de la pared de la botella los restos de melaza en primera instancia y en segunda instancia los restos de soda caustica.

5.1.1.1.1. Elección de solución química que permita retirar restos de melaza.

La melaza que contienen las botellas es producto del proceso de llenado, se buscó un procedimiento que permita retirar este componente de la pared de la botella además que no contamine al producto que contiene la botella.

Se determinó que el agua caliente estando a una determinada temperatura puede hacer que se retire los restos de melaza debido que al recibir la botella un baño con agua caliente esta eleva la temperatura de la pared de la botella a su vez eleva la temperatura de los restos de la melaza al elevarse la temperatura los restos de melaza se separa de la botella, como el agua se encuentra en movimiento permite que se pueda retirar los restos de esta sustancia.

Se determinó que se usaría agua caliente para retirar los restos de melaza de la botella.

5.1.1.1.2. Elección de solución química que permita retirar restos de soda caustica.

La soda caustica es un Hidróxido de Sodio (NaOH) y reacciona químicamente con una amplia variedad de químicos orgánicos e inorgánicos. En todas sus formas, incluyendo en solución.

Inicialmente para retirar los restos de soda se pensó hacer que las botellas reciban un baño con alguna solución química que permita retirarla pero a la vez no contamine al producto que contiene la botella, como se expuso anteriormente la soda caustica al estar en contacto con una solución química reaccionaria. Además, estaríamos exponiendo a que el producto envasado pueda ser contaminado, se concluyó que esta no sería una buena solución.

Haciendo investigaciones se llegó a determinar que el agua caliente en una determinada temperatura puede hacer que se retire los restos de soda debido que al recibir la botella un baño con agua caliente esta eleva la temperatura de la pared de la botella a su vez eleva la temperatura de los restos de soda caustica al elevarse la temperatura los restos de soda se podrán separa de la botella y como el agua se encuentra en movimiento esto permite que se pueda retirar los restos de esta sustancia.

Se determinó que se usaría agua caliente para retirar los restos de soda caustica de la botella.

5.1.1.2. Diseño de proceso de limpieza de la pared de la botella

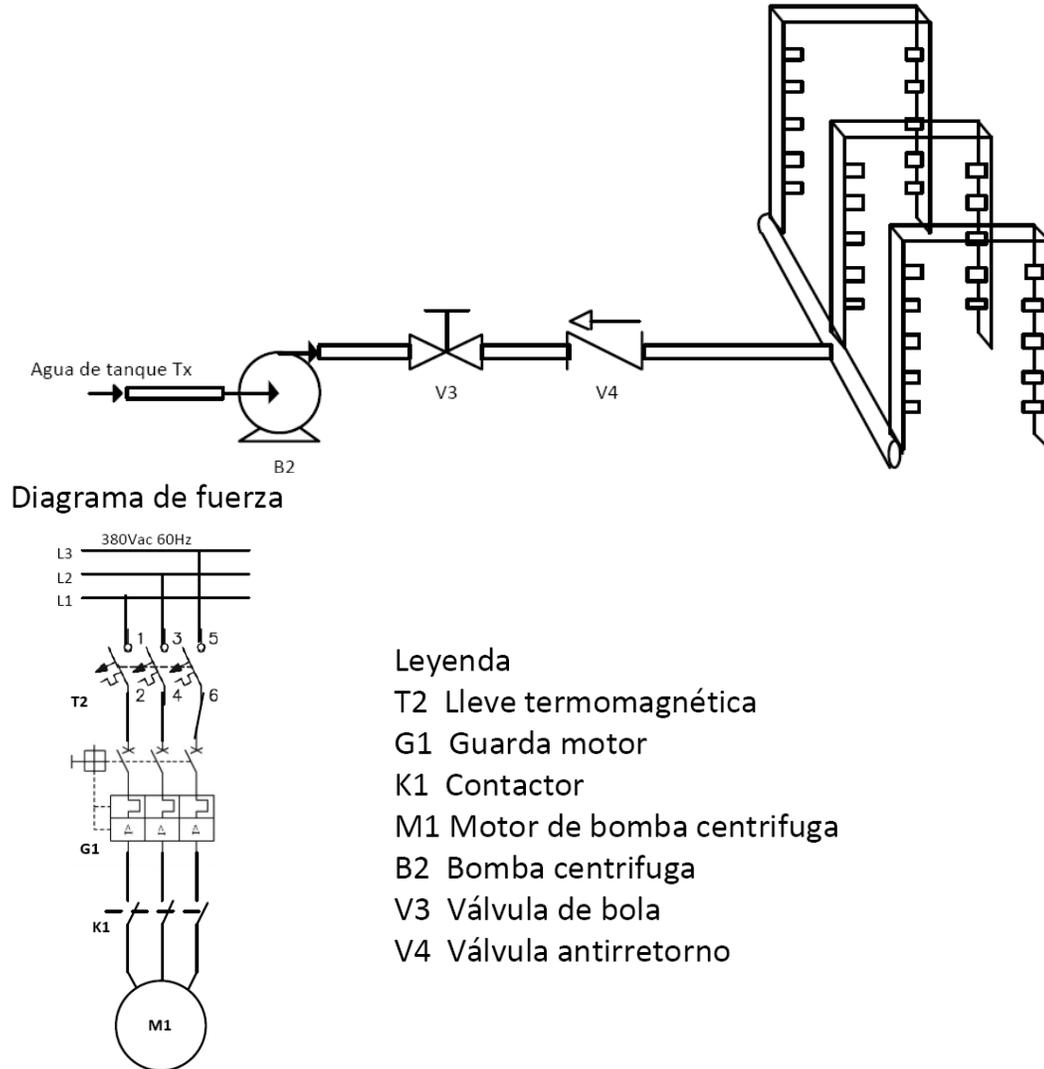
El proceso de limpieza diseñado consta de dos etapas la etapa de calentamiento del agua y la etapa de inyección del agua en las botellas

5.1.1.2.1. Etapa de inyección del agua en la pared de la botella

En esta etapa el agua caliente es inyectada en la pared de la botella. En esta etapa existe un control sobre el trabajo de la bomba.

5.1.1.2.1.1. Planos del proceso de inyección del agua en la pared de la botella.

Figura 11. Plano eléctrico de proceso de inyección del agua



Fuente: propia del autor
Elaborado por: el autor

5.1.1.2.1.2. Descripción del proceso de inyección de agua

El PLC envía una señal al contactor K1 para que el motor de la bomba B2 se active e inyecte agua a la botella a través de los aspersores, el motor de la bomba no trabajara si el sensor de nivel TE102 indica que se encuentra bajo el nivel del agua.

5.1.1.2.1.3. Determinación de los componentes a utilizar en proceso de inyección de agua.

- **Determinación de parámetros de bomba.**

Para lograr que se retire de la superficie de la botella todas las impurezas que estas tienen y debido al corto tiempo que se tiene para recibir el baño de agua debido a la velocidad del proceso se determino que el agua inyectada debe tener una presión de 4Bar y un caudal menor a 40 lt/min.

La bomba que se utilizaría para este proceso debería tener como parámetro una presión elevada y un bajo caudal, La potencia del motor utilizando la siguiente relación:

$$P(\text{Hp}) = [P(\text{Bar}) * Q(\text{lt/min})] / 450$$

Donde:

P: potencia del motor

P: potencia del fluido

Q: caudal

Se determina que la potencia debería de ser 0.5Hp

La bomba que se utilizara para esta etapa será una bomba periférica de la marca Rotoplas modelos EP-2M ½ CP esta bomba cumple con las especificaciones requeridas, según especificaciones técnicas la bomba es de 4.6Bar de presión como máximo y un caudal de 30 lt/min los datos del motor son de 0.5Hp, 220Vac, 6Amp.

- **Determinación de llave termomagnética**

La llave termomagnética se utilizara para proteger la bomba de sobrecargas asi evitar que el motor eléctrico sufra daño, esta llave debe de ser de 10Amp.

La llave termomagnética trifásica es de la marca Schneider de 10Amp, la marca seleccionada es debido al estándar de componentes utilizados en la empresa para la cual se diseño este proceso.

- **Determinación de guardamotor**

El guardamotor es utilizado para proteger al motor de una sobrecarga y es mas sensible que la llave termomagnetica para este caso el guarda motor debe de ser como máximo de 6Amp.

El guardamotor seleccionado es de la marca Schneider modelo GV2P10 con un rango de corriente de 4-6.3Amp, la marca seleccionada es debido al estándar de componentes utilizados en la empresa para la cual se diseño este proceso.

- **Determinación del contactor**

El contactor es utilizado como un actuador del PLC, haciendo uso de este elemento el PLC puede energizar y desenergizar la bomba, el contactor para este caso debe de ser de 10Amp con una bobina de 220Vac.

El contactor seleccionado es de la marca Schneider modelo LC1D09 con una bobina de 220Vac y de 10Amp, la marca seleccionada es debido al estándar de componentes utilizados en la empresa para la cual se diseño este proceso.

- **Determinación de la válvula de bola**

La válvula de bola se utilizara como un medio de seguridad cuando se tenga que hacer mantenimiento a la bomba la medida de esta válvula es de 1' debido que la tubería de descarga de la bomba es de 1'.

- **Determinación de la válvula antirretorno**

La válvula antirretorno permite el paso del fluido en un solo sentido, la medida de esta válvula es de 1' debido que la tubería de descarga de la bomba es de 1'.

5.1.1.2.1.4. Componentes utilizados en la etapa de inyección del agua

Los componentes a utilizar en esta etapa del proceso se resumen en la siguiente tabla donde se puede observar la descripción y la cantidad de los componentes a utilizar.

Tabla 3: componentes a utilizar en la etapa de inyección del agua

Descripción	Cantidad
Llave termomagnetica trifásica 10A	1
Guarda motor de 4 a 6A	1
Contactador de 10A 220Vac	1
Válvula de bola de 1' On/Off	1
Válvula anti retorno de 1'	1
Bomba periférica de 220Vac 0.5Hp	1

Fuente: propia del autor

Elaborado por: el autor

5.1.1.2.2. Etapa de calentamiento del agua

En esta etapa consta de un tanque que almacenara el agua, un control de temperatura y un control de nivel.

5.1.1.2.2.1. Descripción del proceso de calentamiento del agua

El PLC envía una señal para que la electroválvula V1 este NA cuando el sensor de nivel bajo LE102 indique que el agua está en su posición envía pulsos de corriente al controlador de corriente de la resistencia tubular hasta que el agua llegue a una temperatura de 40°C, una vez que el agua llegue el agua hasta el sensor de nivel LE101 la electroválvula V1 regresara a su estado de NC.

5.1.1.2.2.2. Planos del proceso de calentamiento del agua

Figura 12. Plano eléctrico de proceso de calentamiento del agua

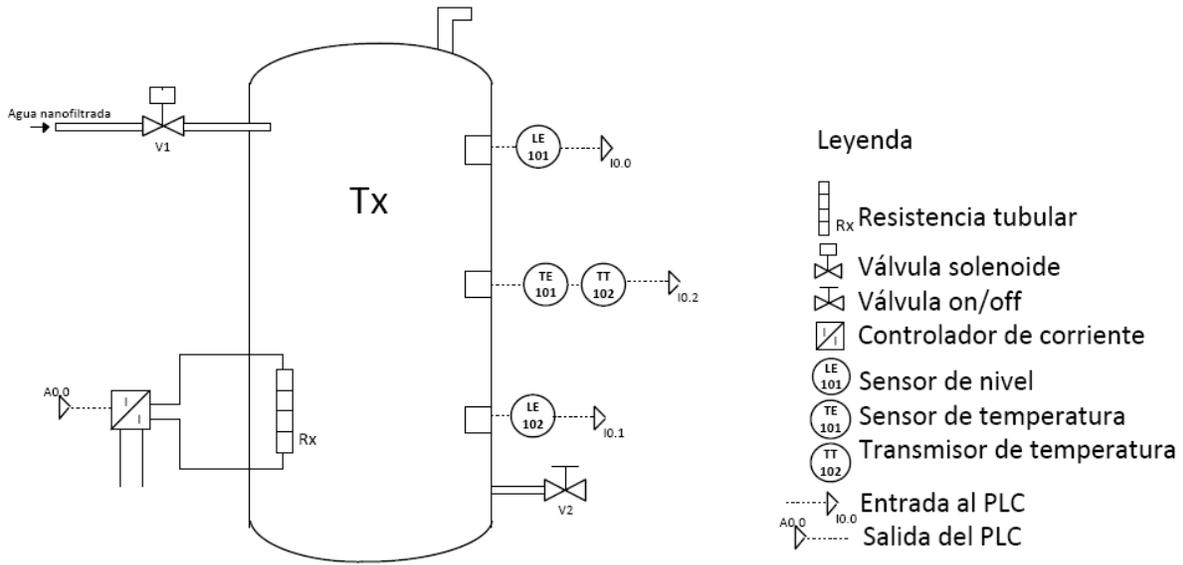


Diagrama de fuerza

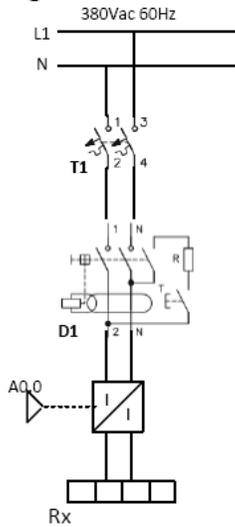
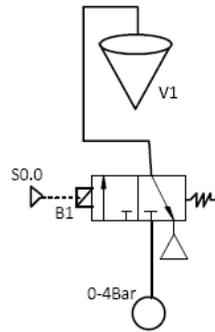


Diagrama neumático



Leyenda

- T1 Lleve termomagnética
- D1 Interruptor diferencial
- Rx Resistencia tubular
- V1 Válvula solenoide
- B1 Bobina de válvula solenoide

Fuente: propia del autor
Elaborado por: el autor

5.1.1.2.2.3. Determinación de los componentes a utilizar

- **Determinación de capacidad de tanque**

Si tenemos una bomba que tiene un caudal de 30lt/min y tenemos un caudal de entrada en la tubería de agua nanofiltrada de la línea de 80lt/min, teniendo

presente estos datos el tanque diseñado será de 1m de diámetro y 1.5m de altura utilizando la formula del volumen.

$$V(m^3) = A(m^2)*H(m)$$

Donde

V: volumen

A: área

H: altura

El volumen del tanque es de 8.16816m³ y su equivalencia en litros es 8168.16lt.

La bomba tiene un caudal de 30lt/min es decir el tanque esta diseñado para que la bomba succione todo el volumen del tanque en 4.5hrs. Además, si tenemos un caudal de ingreso de 80lt/min el tanque será llenado por completo en un tiempo estimado de 1.7hrs.

- **Determinación de válvula solenoide**

La válvula solenoide permitirá controlar al PLC el ingreso de agua al tanque ya que tiene un accionamiento eléctrico la válvula solenoide debe tener un acople para una tubería de 1' debido esta tubería es la que llega desde la línea.

La válvula seleccionada es de la marca Danfoss modelo EV250B, tiene un rango de presión de 0-4Bar su bobina es de 220Vac su estado de NC; la marca seleccionada es debido al estándar de componentes utilizados en la empresa para la cual se diseño este proceso.

- **Determinación de la resistencia tubular**

La resistencia tubular permite transmitir calor a través de sus paredes de acuerdo a la cantidad de voltaje y amperaje al que fue diseñado haciendo uso de esta propiedad es que se lo utilizara para hacer el calentamiento del agua.

Según las características del tanque y del proceso tendremos que esta resistencia tendrá que calentar a 40C un estimado de 8168.16lt de agua en menos de 1hrs. Además, de mantener esta temperatura.

Para este caso se tiene la formula del efecto Joule no indica

$$P(\text{Kcal}) = 0.24 * P(\text{W}) * T(\text{seg})$$

Donde

P(Kcal): Cantidad de calor desprendido

P(W): Potencia de la resistencia

T(Seg): Tiempo de funcionamiento

En 1min con una resistencia de 2KW y con un voltaje de 220Vac la cantidad de calor desprendida es de 28.8 Kcal es decir en 1min calentara 28.8 lt de agua.

La resistencia tubular será entonces de 2000W con un voltaje de 220Vac.

- **Determinación del controlador de corriente**

El controlador de corriente permitirá al PLC controlar el calor disipado por la resistencia variándole el valor de la corriente que esta consume este a través de pulsos en mili amperios y convertirá en variaciones de corriente que serán suministrado a la resistencia tubular.

El controlador de corriente seleccionada es de la marca Camille Bauer modelo SINEAX I 542, tiene un rango de 4-20mA y puede controlar 0-6Amp debido que la resistencia tubular tiene valor de corriente de 6Amp.

- **Determinación del sensor de nivel**

El sensor de nivel tipo diapason son sensores al igual que los electrodos pero se diferencian en que su tiempo de respuesta es mas rápido que los electrodos.

El sensor de nivel seleccionado es de la marca Veto modelo N0226504 trabaja con un voltaje de 220Vac y tiene contactos NA, NC

- **Determinación del sensor de temperatura**

El rango de temperatura a censar es de 0 – 50 C se buscara un sensor que trabaje dentro de esos rangos de temperatura con un tiempo de respuesta a los cambios de temperatura rápido.

El sensor de temperatura seleccionado es de la marca Danfoss modelo MBT 3560 con un rango de temperatura de 0-85C con unos rangos de corriente de 4-20mA.

5.1.1.2.2.4. Componentes utilizados en la etapa de calentamiento del agua

Los componentes a utilizar en esta etapa del proceso se resumen en la siguiente tabla donde se puede observar la descripción y la cantidad de los componentes a utilizar.

Tabla 4: componentes a utilizar en la etapa de calentamiento del agua

Descripción	Cantidad
Válvula solenoide de 0 - 4 Bar 220Vac NC	1
Controlador de corriente 0 - 6A / 4 - 20mA	1
Resistencia tubular 220Vac 6A 2000W	1
Sensor de nivel 220V NA	2
Sensor de temperatura 0 - 60 °C	1
Válvula de bola 1' On/Off	1
Llave termomagnetica monofásica de 10A	1
Interruptor diferencial monofásico de 6A	1

Fuente: propia del autor

Elaborado por: el autor

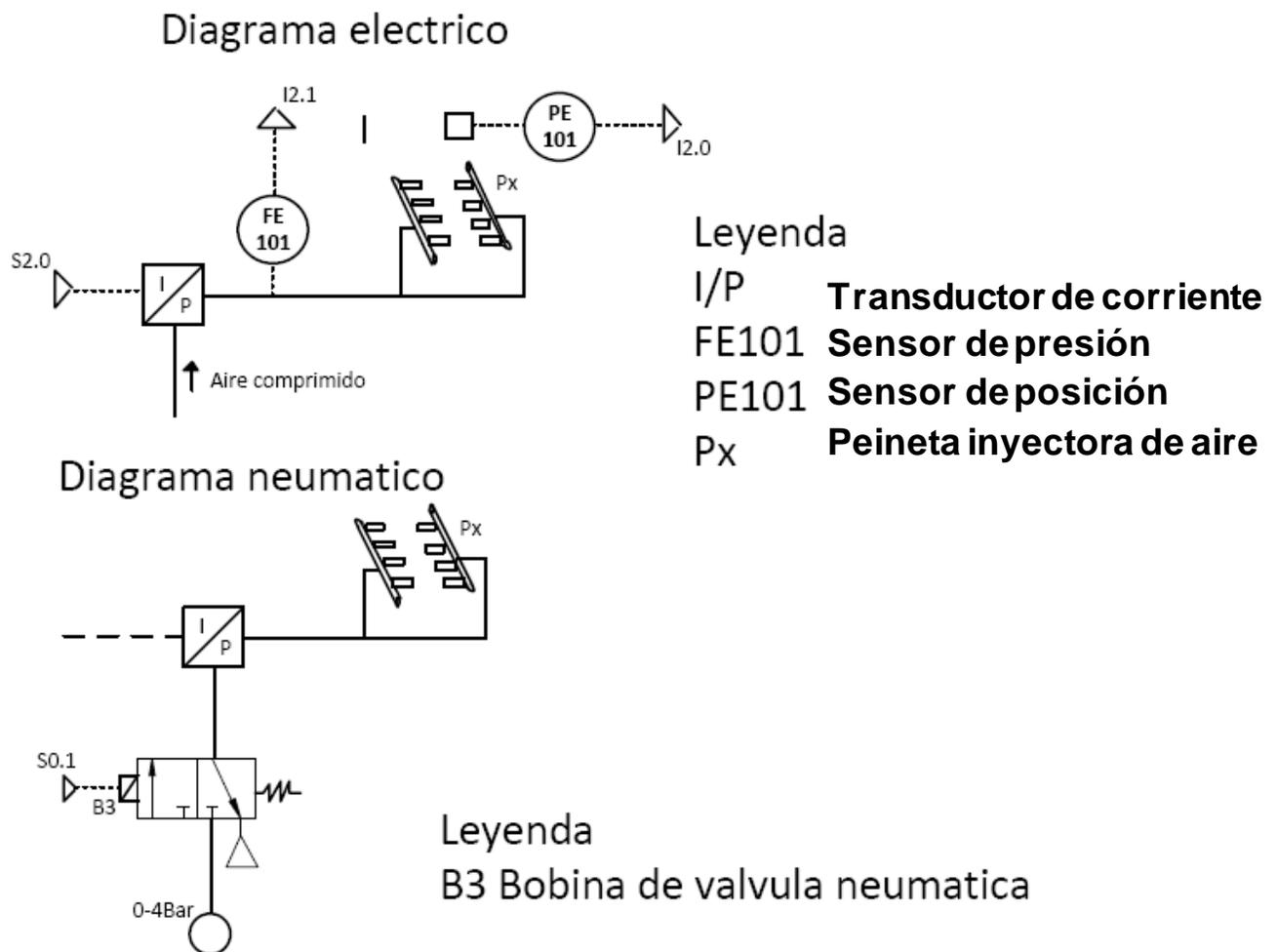
5.1.2. Propuesta para mejorar el proceso secado de la pared

El proceso de secado diseñado consta un sistema que inyecta aire frio sobre la pared de la botella ya que esta paso por un proceso de enjuague con agua caliente.

En esta etapa se toma aire comprimido de la línea se controla la presión y se mejora el tipo de inyección de en la pared de la botella.

5.1.2.1. Planos del proceso de secado de la pared de la botella

Figura 13. Plano de proceso de secado de la pared de la botella



Fuente: propia del autor
Elaborado por: el autor

5.1.2.2. Descripción del proceso de inyección de agua

El sensor PE101 envía una señal al que está detectando botellas al PLC este a su vez envía la señal a la bobina B3 permitiendo el ingreso de aire y a su vez envía pulsos de corrientes al regulador de presión V/P para que permita el paso del aire según le indique el sensor de flujo FE101

5.1.2.3. Determinación de los componentes a utilizar en proceso de inyección de agua

- **Determinación de transductor de corriente presión**

Se determino la utilización de un transductor porque se tenía que controlar la presión del aire comprimido que se inyectara en la pared de la botella debido que esta línea de aire es tomada de la línea principal el valor máximo de presión es 6Bar y para secar la pared de la botella solo es necesario una presión de 4Bar.

El transductor de presión seleccionado es de la marca Norgen modelo 0205710-7 con una señal de control de 4-20mA y un rango de presión de 0-6Bar.

- **Determinación del sensor de presión**

Se determino la utilización de un sensor de presión para que el PLC pueda saber que presión es la que se esta inyectando en las peinetas y pueda hacer el control en transductor.

El sensor de presión seleccionado es de la marca Endress + Hauser modelo Ceraphant PTC31 envía la señal de la presión censada en un rango de 4-20mA la presión máxima que censa es de 8Bar.

- **Determinación de sensor de posición**

Se determino la utilización de un sensor de posición para que indique la presencia de botellas esto evitara que se inyecte aire de forma innecesaria cuando no haya presencia de botellas.

El sensor de posición seleccionado es de la marca Sick modelo WL12G-3B2531 sensor reflectivo de 0-4m.

5.1.2.3.1.1. Componentes utilizados en la etapa de calentamiento del agua

Los componentes a utilizar en esta etapa del proceso se resumen en la siguiente tabla donde se puede observar la descripción y la cantidad de los componentes a utilizar.

Tabla 5: componentes a utilizar en la etapa de secado de la pared de la botella

Descripción	Cantidad
Transductor de corriente presión 4-20mA/0 - 6Bar	1
Sensor de presión	1
Sensor de posición reflectivo	1
Electroválvula de 24V 3/2	1

Fuente: propia del autor

Elaborado por: el autor

5.1.3. Propuesta para mejorar el proceso impresión de código

En esta etapa del proceso se detectó que existían falencias en la regulación del equipo ya sea en un cambio de formato como en el proceso de producción, para mejorar esta etapa se plantea:

5.1.3.1. Mejorar el proceso de regulación del equipo

Este equipo es regulado por personal de mantenimiento de planta cada cambio de formato, se plantea para mejorar el proceso:

- Capacitar a personal que se encarga de la regulación indicándoles enfáticamente cuales son los puntos más críticos y son de mayor cuidado.
- Implementación de un formato, en él se detalle todos los puntos a revisar y regular en un cambio de formato que le permita al técnico tomar nota y registrar todo lo que encontró cuando realizo dicha actividad, hacer un seguimiento de este para ver el cumplimiento del llenado.

Tabla 6: Tabla para mejorar la regulación del equipo en un cambio de formato

TECNICO	HORA DE REVISION	REVISION DE ESTADO DE CABEZAL				REVISION DE ESTADO DE SENSOR		REVISION ESTADO DE TINTA		REVISION ESTADO DE PRESION DE AIRE		REVISION DE CODIGO INGRESADO	
		REVISION DE CANELON	REVISION DE LIMPIEZA DE CABEZAL	REVISION AJUSTE DE SOPORTE	REVISION DE ESTADO DE GOTAS	REVISAR POSICION DE SENSOR	REVISAR AJUSTE DE SOPORTE	REVISION DE MENSAJE EN LA PANTALLA DE CODIFICADOR	REVISION DE NIVEL DE TINTA	REVISION DE FILTRO	REVISION DE MONOMETROS Y PRESION EN ELLOS	REVISAR MENSAJES EN LA PANTALLA	ESCRIBIR CODIGO QUE SE INGRESO EN LA PANTALLA

Fuente: propia del autor
Elaborado por: el autor

- Mejorar el plan de mantenimiento del cabezal del equipo debido que cada seis horas de producción continua el cabezal tiende a ensuciarse, se plantea la implementación de un formato en el cual se registre aparte de la limpieza de cabezal una inspección de los puntos que se regulo al inicio de producción.

- **Tabla 7: Tabla para mejorar la inspección del equipo en horas de producción**

TECNICO	HORA DE REVISION	REVISION DE ESTADO DE CABEZAL				REVISION DE ESTADO DE SENSOR		REVISION ESTADO DE PRESION DE AIRE	
		REVISION DE CANELON	REVISION DE LIMPIEZA DE CABEZAL	REVISION AJUSTE DE SOPORTE	REVISION DE ESTADO DE GOTAS	REVISAR POSICION DE SENSOR	REVISAR AJUSTE DE SOPORTE	REVISION DE FILTRO	REVISION DE MONOMETROS Y PRESION EN ELLOS

Fuente: propia del autor

Elaborado por: el autor

CAPÍTULO VI

COSTOS DE EQUIPAMIENTO

6. COSTOS DE EQUIPAMIENTO

6.1. COSTOS DE EQUIPAMIENTO

6.1.1. Equipos usados para la Etapa de limpieza de pared

Se estima que en la parte eléctrica se gastaría una aproximado de S/. 9040.00 como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 8: Materiales necesarios para la etapa de limpieza de la pared

Descripción	Cantidad	Costo (S/.)
Válvula solenoide Danfoss EV250B	1	1000
Controlador de corriente Camille Bauer SINEAX I 542	1	2000
Resistencia tubular JCD 220Vac 6A 2000W	1	1000
Sensor de nivel Veto N0226504	2	800
Sensor de temperatura Danfoss MBT 3560	1	1000
Válvula de bola 1' On/Off	1	120
Llave termomagnetica monofásica Schneider C60 C10	1	70
Interruptor diferencial monofásico Chnt EB-2-10C	1	90
Llave termomagnetica trifásica Schneider C60 C10	1	80
Guarda motor Schneider GV2P10 4-6.3Amp	1	80
Contactador Schneider LC1D09	1	90
Válvula de bola de 1' On/Off	1	120
Válvula anti retorno de 1'	1	80
Bomba periférica Rotoplas EP-2M ½ CP 220Vac 0.5Hp	1	500
Gastos adicionales	1	2000
TOTAL	16	9030

Fuente: propia del autor

Elaborado por: el autor

Se estima que en gastos mecánicos que implica la instalación de tuberías, fabricación de tanque, fabricación de soportes, etc. Se estima que se estaría gastando un aproximado de S/. 8000.00

Siendo un gastos total para esta etapa de S/. 17040.00

6.1.2. Equipos usados para la Etapa de secado de pared

Se estima que en la parte eléctrica se gastaría una aproximado de S/. 6600.0 como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 9: Materiales necesarios para la etapa de secado de la pared

Descripción	Cantidad	Costo (S/.)
Transductor de corriente presión Norgen 0205710-7	1	2000
Sensor de presión Endress + Hauser Ceraphant PTC31	1	1000
Sensor photoelectrico Sick WL12G-3B2531	1	800
Electroválvula Festo VUVB-S-M32C-AZD-Q6-1C1	1	200
Fuente Siemens SITOP 6EP1333-3BA00	1	600
Gastos adicionales	1	2000
TOTAL	6	6600

Fuente: propia del autor

Elaborado por: el autor

Se estima que en gastos mecánicos que implica la instalación de tuberías, fabricación de soportes, etc. Se estima que se estaría gastando un aproximado de S/. 4000.00

Además se tiene que utilizar un PLC de la marca Siemens modelo S7-200

Tabla 10: datos del PLC a utilizar

Descripción	Cantidad	Costo (S/.)
CPU S7-222 6ES7 212-1AB23-0XB0	1	800
Modulo de entradas analógico siemens 6ES7 231-0HC22-0XA0	1	800
Modulo de salidas analógico siemens 6ES7 232-0HD22-0XA0	1	800
TOTAL	3	2400

Fuente: propia del autor

Elaborado por: el autor

CAPÍTULO VII
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

1. Los factores que afectaban la calidad de la fecha de vencimiento impresa en la pared de la botella son: Factor Tecnológico, dentro de los cuales tenemos a la deficiente limpieza en la pared de la botella, deficiente secado de la pared de la botella y deficiente regulación del equipo codificador en el cambio de formato y el Factor Humano, debido a la falta de capacitación al personal.
2. El proceso que se diseñó para la etapa de limpieza de la pared de la botella permitirá hacer una eficiente limpieza de los restos que contiene las botellas.
3. Se estimó los costos que implicaría implementar esta propuesta, llegando a concluir que para implementarlo se necesitaría un aproximado de S/. 27,640.00.
4. Para mejorar el proceso de codificación se diseñó la automatización del procesos de limpieza de la pared, y del proceso de secado de la pared además se planteo la utilización de dos formatos para mejorar el proceso de impresión.

7.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar la propuesta tal cual se la describe, para mejorar el proceso de codificación en las botellas y así obtener mejores resultados
2. Se recomienda hacer un seguimiento para determinar que cumpla con el objetivo por el que fue diseñado.
3. Se recomienda hacer un seguimiento de los formatos planteados si se llegaran a implementar.
4. Se sugiere capacitar al personal que se encuentra involucrado en el proceso para que tenga en cuenta los puntos críticos de este proceso.

CAPÍTULO VIII
REFERENCIAS
BIBLIOGRAFICAS

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8.1. BIBLIOGRAFÍA

1. ACURIO MÉNDEZ, E. Y ENCARNACIÓN AGILA, D. (2011). *diseño y construcción de un módulo didáctico de visión artificial orientado al control de calidad de llenado de botellas de vidrio con diferentes tipo de líquidos. (tesis)*. Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
2. CREUS SOLE, A. (1997). *Instrumentación Industrial.(6ta Edición)*. España, Alfaomega Grupo Editorial.
3. DACAL NIETO, ÁNGEL. (2011). *procesamiento de imagen y visión hiperspectral para el control de calidad en la industria de la patata. (tesis)*. España: Universidad de Vigo.
4. FLORES SORIA, J. (2004).*Costos y Presupuestos Teoría y Práctica.(1ra Edición)*. México, Grafica Real.
5. FORMATO DE REGISTRO DE INCIDENCIAS DE LA LÍNEA KRONES 160 (2013). Trujillo, Perú. Planta Santa Rosa Corporación Lindley S.A.
6. INFORME DE CAMBIO DE TURNO DE SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO (2012) . Trujillo, Perú. Planta Santa Rosa Corporación Lindley S.A.
7. REAMIREZ NEYRA, FERNANDO. (2010). *visión artificial para la detección automática de fallas estructurales en botellas de vidrio. (tesis)*. México: Institutopolitécniconacional

8.2. LINKOGRAFIA

8. Business Solutions Consulting Group. (2006). Productividad. Recuperado el 19 de septiembre del 2012, de <http://www.bscgla.com/04.%20Educacion/00010.%20Productividad/Productividad.pdf>.
9. Corporación Lindley. (2000). Información Interna de Planta Santa Rosa. Recuperado el 19 de septiembre del 2012, de <http://www.lindley.pe/>
10. Ministerio de Salud (30 de diciembre del 2010). "Normas sanitarias para la fabricación y elaboración". Recuperado el 30 de noviembre del 2013 de: <http://www.digesa.sld.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>
11. Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui (Abril del 2009). "Propuesta de automatización y control para la planta de inyección de agua salada". Recuperado el 30 de noviembre del 2013 de: <http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1097/1/Tesis.AUTOMATIZACION%20Y%20CONTROL%20PARA%20LA%20PLANTA%20DE%20INYECCION%20DE%20AGUA%20SALADA.pdf>

CAPÍTULO IX

ANEXOS

9. ANEXOS