



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**CERVECERIA HONDUREÑA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**OLIVAN ALFONSO MADRID BANEGAS 21211375**

**ASESOR: ING. ORLANDO AGUILUZ**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**JULIO DE 2019**

## **DEDICATORIA**

Primeramente, doy gracias a Dios por brindarme la oportunidad de superar cada uno de los retos enfrentados a lo largo de mi vida, sin el nada podría lograr.

A mi madre por brindarme todo su amor y apoyo durante mi carrera, siempre creyó en mí y estuvo a mi lado cada momento.

Mi padre que siempre me inspiro a ser como el, hombre trabajador, inteligente y sensato, mostrándome que puedo superar cada uno de mis retos.

Mi hermana por acompañarme a lo largo de mi carrera y aconsejarme en los momentos más difíciles.

Mis abuelitos que siempre creyeron en mí y me llenaron de su amor y compañía en cada momento de mi vida.

Mi amada Alejandra que ha estado a mi lado levantando mis brazos en los momentos más difíciles brindándome su amor y compañía.

Mi vida fue hermosa, porque fue esencialmente un esfuerzo fructífero y un trabajo útil -  
Werner Von Siemens.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En la actualidad se ve la alta demanda de los consumidores por bebidas carbonatadas, con el pasar de los años esta demanda incrementa día a día.

Cervecería Hondureña S.A (CHSA), nace en La Ceiba en el año 1915, es la Empresa líder en la producción, envasado, comercialización y distribución de cervezas, bebidas carbonatadas jugos y té. Su modelo de negocio está alineado a las prioridades estratégicas de Desarrollo Sostenible de AB-INBEV, diez en total, las cuales garantizan la alta calidad en la manufactura de sus productos y orienta el mercado responsable de sus marcas.

CHSA está presente en todo el país y distribuye sus productos por medio de 14 centros de distribución, cuenta con una subsidiaria local que generan parte de las materias primas para sus procesos: Plásticos Industriales (PLIHSA).

Está conformada por dos plantas de producción; Cerveza y Refrescos, de las que salen todos los productos que conocemos y consumimos: Coca Cola, Banana y Uva Tropical, Fanta Naranja, Sprite, Fresca, Canada Dry, Dasany, Jugos del Valle, Acti Malta, Fuze Tea, Salva Vida, Imperial. Barena y Port Royal.

Para la planta de Refrescos de las Líneas de producción 56, realizando varias actividades técnicas durante el tiempo de Práctica Profesional, con el objetivo de aprender técnicas de ingeniería para el empleo correcto de mantenimiento correctivos y preventivos en las maquinas con el fin de mantener la disponibilidad de los equipos.

## **ABSTRACT**

Currently, the high demand of consumers of carbonated beverages is seen, as the years increase day by day.

Cervecería Hondureña S.A (CHSA), born in San Pedro Sula in 1995, is the leading company in the production, packaging, marketing and distribution of beers, carbonated drinks, juices and tea. Its business model is aligned to the strategic priorities of Sustainable Development of AB-INBEV, ten in total, which guarantees the high quality in the manufacture of its products and guides the market responsible for its brands.

CHSA is present throughout the country and distributes the products through 14 distribution centers. It has a local subsidiary that generates part of the raw materials for its processes: Industrial Plastics (PLIHSA).

It is made up of two production plants; Beer and Soft Drinks, from which all the products we know and consume for example: Coca Cola, Banana and Tropical Grapes, Fanta Orange, Sprite, Fresca, Canada Dry, Dasany, Jugos del Valle, Acti Malta, Fuze Tea, Salva Vida, Imperial. Barena and Port Royal.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....</b>	<b>2</b>
2.1.1 MISIÓN.....	3
2.1.2 VISIÓN .....	3
2.1.3 VALORES.....	3
<b>2.3 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4 OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
2.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	4
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>III. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 AUTOMATIZACIÓN.....</b>	<b>5</b>
3.1.1 AUTÓMATA PROGRAMABLE.....	5
3.1.2 ESTRUCTURA DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE.....	5
3.1.3 FUENTE DE ALIMENTACIÓN. ....	6
3.1.5 MÓDULO DE SALIDAS .....	7
3.1.6 UNIDAD CENTRAL DE PROCESO O CPU .....	7
<b>3.2 SEÑAL.....</b>	<b>8</b>
3.2.1 SEÑAL ANALÓGICA.....	8
3.2.2 SEÑAL DIGITAL.....	9
3.3 SENSORES .....	9
3.3.1 SENSOR CAPACITIVO.....	11
<b>3.4 TRANSDUCTOR .....</b>	<b>12</b>
<b>3.5 ACTUADOR.....</b>	<b>12</b>
3.6.1 CLASIFICACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS .....	13
<b>3.6.2 MOTORES TRIFÁSICOS .....</b>	<b>14</b>
3.6.3 RELACIÓN INTENSIDAD DE ARRANQUE .....	16
3.6.4 MOTORES ASÍNCRONOS MONOFÁSICOS .....	16

3.6.5 CARGA A VELOCIDAD CONSTANTE .....	16
3.7 VARIADORES DE FRECUENCIA.....	17
3.7.1 VENTAJAS DE VARIADORES DE FRECUENCIA .....	18
<b>3.8 SISTEMA SCADA .....</b>	<b>18</b>
3.8.1 OBJETIVOS DE SISTEMA SCADA.....	19
3.8.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA SCADA.....	19
<b>3.9 COMPRESORES DE AIRE .....</b>	<b>20</b>
<b>3.10 PROCESO GENERAL DEL EMBOTELLADO DEL REFRESCO .....</b>	<b>21</b>
<b>3.11 C.I.P.....</b>	<b>21</b>
<b>3.12 ETAPAS DEL LAVADO .....</b>	<b>22</b>
<b>3.13 SOPLADORA .....</b>	<b>23</b>
3.13.1 HORNO PARA LA PREFORMA .....	25
3.13.2 PUESTO DE SOPLADO .....	25
<b>3.14 LLENADORA DE BOTELLAS .....</b>	<b>27</b>
3.14.1 PROCESO DE LLENADO.....	27
3.14.2 APLICACIÓN DE CHORRO DE GAS.....	28
3.14.3 PRESURIZACIÓN.....	28
3.14.4 LLENADO .....	29
3.14.5 CIERRE Y DESCOMPRESIÓN .....	29
<b>3.15 ETIQUETADORA .....</b>	<b>30</b>
<b>3.16 TRANSPORTE DE BOTELLAS .....</b>	<b>30</b>
<b>3.17 TRANSPORTE DE PAQUETES.....</b>	<b>30</b>
<b>3.18 MAQUINA PALETIZADORA SIDEL.....</b>	<b>30</b>
<b>3.19 MESA DISTRIBUIDORA .....</b>	<b>31</b>
<b>3.20 MESA DE COMPACTACIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>IV DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO .....</b>	<b>33</b>
4.1 ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN DE PISTONES .....	33
4.2 LIMPIEZA DE ACTUADORES DE LLENADO .....	33
4.3 LIMPIEZA DE CAPSULADORES.....	34
4.4 REPARACIÓN DE VÁLVULA DE CO2 .....	34
4.5 CAMBIO DE RODOS EN PALETIZADORA.....	34

<b>4.6</b>	<b>INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b> .....	<b>35</b>
4.6.1	TORQUÍMETRO PRECISIÓN INSTRUMENTS.....	35
4.6.2	ULTRASONIDO SDT270 .....	37
<b>4.7</b>	<b>REEMPLAZO RESISTENCIAS DE HORNOS DE SOPLADORA</b> .....	<b>37</b>
<b>4.8</b>	<b>REPARACIÓN DE EMBRAGUE RUEDA PRINCIPAL SOPLADORA</b> .....	<b>38</b>
<b>4.9</b>	<b>CALIBRACIÓN RAMPA DE ENFRIAMIENTO</b> .....	<b>39</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>41</b>
5.1	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	41
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>42</b>
6.1	LA EMPRESA.....	42
6.2	LA UNIVERSIDAD .....	42
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>43</b>

## TABLA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Logo de Cervecería Hondureña .....	2
Ilustración 2. PLC SIEMENS S7-300 .....	5
Ilustración 3. Estructura Básica de un PLC .....	6
Ilustración 4. Proceso industrial a un controlador lógico electrónico.....	8
Ilustración 5. Grafica de una Señal .....	8
Ilustración 6. Grafica de una señal analógica .....	9
Ilustración 7. Grafica de una señal digital .....	9
Ilustración 8. Sensores de proximidad .....	10
Ilustración 9. Tipos de sensores capacitivos .....	11
Ilustración 10. Partes del sensor capacitivo .....	11
Ilustración 11. Salidas del sensor capacitivo .....	12
Ilustración 12. Actuadores neumáticos.....	13
Ilustración 13. Motor eléctrico .....	14
Ilustración 14. Conexión estrella motor trifásico.....	15
Ilustración 15. Conexión triángulo motor trifásico.....	16
Ilustración 16. Variadores de frecuencia Danfoss .....	17
Ilustración 17. SCADA Paletizadora Sidel.....	18
Ilustración 18. Esquema de interconexión SCADA .....	20
Ilustración 19. Sistema CIP .....	22
Ilustración 20. Sistema SCADA CIP .....	23
Ilustración 21. Proceso de Soplado botella .....	24
Ilustración 22. Preforma PET 22 gr .....	24

Ilustración 23. Sistema calentado preforma.....	25
Ilustración 24. Puesto de soplado.....	26
Ilustración 25. Formacion de la botella PET .....	27
Ilustración 26. Aplicacion Chorros gas .....	28
Ilustración 27. Presurizacion.....	28
Ilustración 28. Llenado .....	29
Ilustración 29. Descompresión .....	29
Ilustración 30. Paletizadora Sidel .....	31
Ilustración 31. Mesa distribuidora .....	31
Ilustración 32. Mesa de compactación.....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los sensores según su aplicación .....	10
Tabla 2. Relacion de intensidades de arranque y plena carga en motores AC .....	15

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Velocidad de sincronismo.....	14
Ecuación 2. Carga del motor.....	17

## I. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se detallarán las actividades realizadas durante la práctica profesional, detallando lo realizado en las actividades aprendidas. Todas fueron realizadas bajo la supervisión del departamento de ingeniería en la empresa CERVECERIA HONDUREÑA | AB InBev, empresa que brindo múltiples enseñanzas y técnicas de ingeniería, adquiridos mediante las labores realizadas en las actividades diarias han dado lugar a la obtención de nuevos conocimientos útiles para el desarrollo profesional como ingeniero.

El informe cuenta con una estructura de desarrollo cronológico en el que se detallan datos generales de la empresa, conceptos teóricos de los diferentes equipos, actividades realizadas, técnicas aprendidas y el desarrollo efectivo de mantenimientos en las líneas de producción.

*"Históricamente, los objetivos de la automatización han sido el procurar la reducción de costes de fabricación, una calidad constante en los medios de producción, y liberar al ser humano de las tareas tediosas, peligrosas e insalubres." (Moreno, 2000)*

## II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

CERVECERIA HONDUREÑA S.A, pertenece al grupo AB-InBev, empresa líder en la industria de bebidas carbonatadas y cervecera, se dedica a la fabricación total de dichos productos empezando desde la fabricación de la Preforma, fabricación de las distintas presentaciones de las botellas de acuerdo de los moldes diseñados en la sopladora, llenado y sellado de las botellas, etiquetado de las mismas y por último la distribución del producto final. CHSA fue fundada en 1915 en la ciudad de La Ceiba y se constituyó oficialmente en 1925 en San Pedro Sula, generando una amplia aportación de empleo a nuestro país. (Cervecería Hondureña, 2018)



### 2.2 Ilustración 1. Logo de Cervecería Hondureña

Fuente: Página Oficial de Cervecería Hondureña

### **2.1.1 MISIÓN**

Nuestra misión es poseer y desarrollar marcas locales e internacionales que sean la primera elección del consumidor.

### **2.1.2 VISIÓN**

Ser la empresa más admirada en la industria cervecera mundial por:

- Su mejor crecimiento a largo plazo
- Crear valor a nivel local
- La calidad de nuestros productos
- Generar bienestar en la sociedad
- Contar con el mejor talento humano

### **2.1.3 VALORES**

- Confianza
- Integridad
- Excelencia
- Innovación
- Trabajo en Equipo
- Respeto

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

La práctica profesional se realizó en el departamento de Mantenimiento de las Líneas 56. Está conformado por un ingeniero supervisor de mantenimiento y cuatro ingenieros supervisores de máquinas seccionadas por departamento en cada línea.

El equipo de ingeniería tiene la responsabilidad de asegurar la disponibilidad de los equipos, coordinando las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo de las líneas cada semana, supervisando las actividades que realizan los técnicos operadores y los técnicos de mantenimiento.

Día a día se observan nuevas necesidades para mejorar las líneas ya que estas máquinas operan sin parar, provocando múltiples desgastes y oportunidades de mejora, es por ello que este equipo debe realizar varios planes de acción para mantener la línea en óptimas condiciones y protegiendo los recursos económicos para evitar sobregiros.

## **2.3 OBJETIVOS**

Los objetivos son de gran importancia ya que mantienen el enfoque de la investigación en la dirección correcta. "Una vez que se entiende por completo el antecedente del problema como originalmente se planteó, se estará listo para replantearlo en forma de enunciado de objetivos coherentes" (Norton, 2009)

### **2.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar técnicas de ingeniería para garantizar la disponibilidad de los equipos de producción, cuidando el recurso económico y fortaleciendo el crecimiento profesional

### **2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Aplicar técnicas efectivas para la correcta elaboración de plan de mantenimiento.

Asegurar la disponibilidad de los equipos para garantizar una producción eficiente.

Establecer un plan de acción para la mejor administración de los recursos, evitando sobregiro en el departamento.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 AUTOMATIZACIÓN

La automatización consiste en integrar sistemas mecánicos, eléctricos e informáticos en procesos que operan con mínima o nula intervención del ser humano. *"Históricamente, los objetivos de la automatización han sido el procurar la reducción de costes de fabricación, una calidad constante en los medios de producción, y liberar al ser humano de las tareas tediosas, peligrosas e insalubres"* (Moreno, 2000).

##### 3.1.1 AUTÓMATA PROGRAMABLE

(Cuenca, 2017) afirma que:

Entendemos por Autómata Programable, o PLC (Control Lógico Programable), todo dispositivo electrónico, diseñado para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. (p.8)



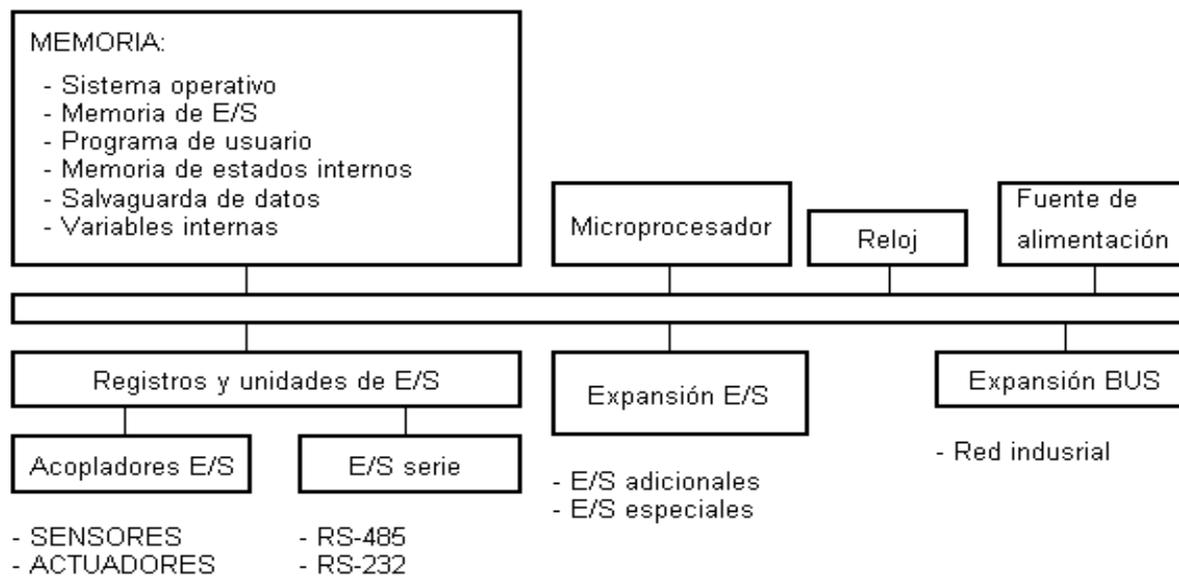
**Ilustración 2. PLC SIEMENS S7-300**

Fuente: (Siemens, 2017)

##### 3.1.2 ESTRUCTURA DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE.

La función básica es la de reducir el trabajo del usuario a realizar el programa, es decir, la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada señal de salida.

La estructura básica de un autómata programable es la siguiente:



**Ilustración 3. Estructura Básica de un PLC**

Fuente: (Cuenca, 2017)

### 3.1.3 FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

Es la encargada de convertir la tensión de la red eléctrica alterna sea bien 110v o 220v, a una tensión de corriente continua, por lo general 24v. Siendo esta la tensión de trabajo de los componentes electrónicos. (Jiménez, Yuste, & Martínez, 2012)

### 3.1.4 MÓDULO DE ENTRADA

Es el bloque en el que se unen los captadores o sensores (Sensores, pulsadores, interruptores, finales de carrera, etc.), la señal es enviada a la CPU para poder procesarla y realizar una actividad de acuerdo a la programación.

Se pueden clasificar dos tipos de captadores al módulo de entrada: los pasivos y los activos.

*Los captadores pasivos* son los que cambian su estado lógico (activo o no activo) por medio de una acción mecánica, estos son los interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc.

*Los captadores activos* son dispositivos electrónicos que suministran una tensión autómata, que es función de una determinada variable. (Baturone, 2005)

### **3.1.5 MÓDULO DE SALIDAS**

Es el encargado de activar y desactivar los actuadores (Pistones, Bobinas de contactores, relés, motores, etc.).

La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada se envía al bloque de salida para que esta active o desactive los actuadores en la que en ellas están conectados.

Según el tipo de trabajo que estaremos realizando podemos utilizar diferentes módulos de salida:

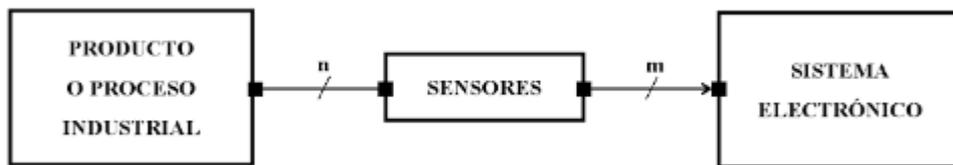
- a) Relé: son usados en circuitos de corriente continua y corriente alterna, basados en la conmutación mecánica, por la bobina del relé, de un contacto eléctrico normalmente abierto.
- b) Transistores a colector abierto: Son utilizados en circuitos que requieren maniobras de conexión / desconexión muy rápida. El uso de este tipo de módulos es exclusivo de los circuitos de corriente continua.
- c) Triac: son utilizados en circuitos de corriente alterna y corriente continua que requieren conmutaciones rápidas. (Rashid, 2004)

Los más utilizados en la actualidad son salidas a Relé y salida Transistorizada.

### **3.1.6 UNIDAD CENTRAL DE PROCESO O CPU**

Encargado de recibir las ordenes por medio de las señales de entrada, posteriormente las procesa y envía respuesta al módulo de salidas, el programa se encuentra guardado en su memoria interna.

(Pérez, Acevedo, Silva, & Quiroga, 2009) Indican que la mayoría de las variables físicas a medir no son eléctricas, entre ellas puede citar la temperatura, la presión, el nivel de un líquido o un sólido, la fuerza, la radiación luminosa, la posición, velocidad, aceleración o desplazamiento de un objeto, etc. Por ello el acoplamiento (*Interface*) entre el sistema electrónico y el proceso se debe realizar a través de dispositivos que convierten las variables no eléctricas en eléctricas y que reciben el nombre de sensores. (*Ilustración 2*)

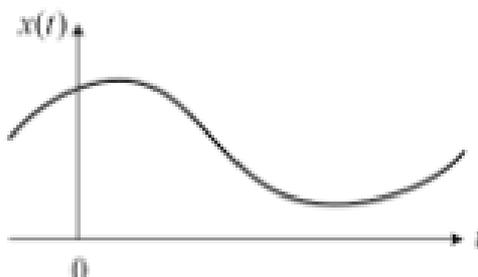


**Ilustración 4. Proceso industrial a un controlador lógico electrónico.**

Fuente: (Cuenca, 2017)

### 3.2 SEÑAL

Se define una señal como una función de una o más variables que representan una cantidad física; típicamente contiene información acerca del comportamiento natural de los fenómenos; por ejemplo, las señales eléctricas, acústicas, de video, biológicas, etc. Para el caso de una dimensión, la señal se representa mediante la forma  $x(t)$ , siendo  $t$  la variable independiente y  $x$  la variable dependiente. (Pablo, 2017)

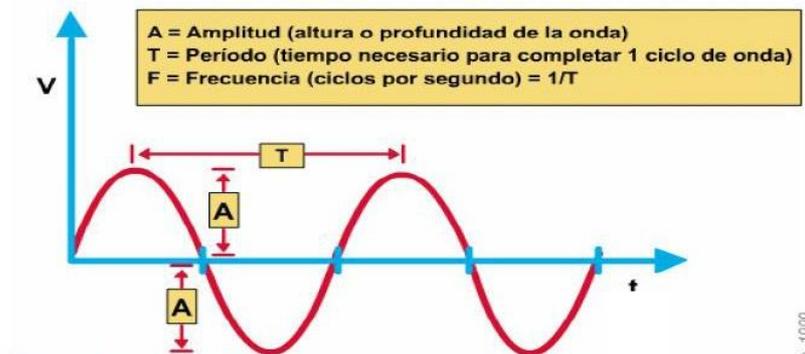


**Ilustración 5. Grafica de una Señal**

Fuente: (Pablo, 2017)

#### 3.2.1 SEÑAL ANALÓGICA

Una señal analógica es una magnitud física variable en el tiempo, que, dentro de un mismo rango, puede tomar valores infinitos de amplitud. (Cantón, 2014)

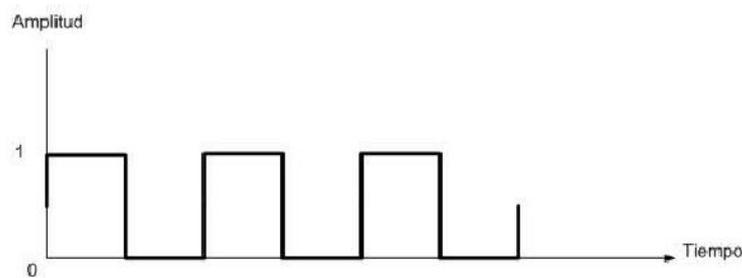


**Ilustración 6. Grafica de una señal analógica**

Fuente: (Cantón, 2014)

### 3.2.2 SEÑAL DIGITAL

Son aquellas señales que además de estar definidas en intervalos de tiempo discretos, solo pueden tomar un número finito de estos valores. (Bolton, 2005)



**Ilustración 7. Grafica de una señal digital**

Fuente: (Cantón, 2014)

### 3.3 SENSORES

Los sensores son dispositivos físicos que miden cantidades físicas, tales como distancia, luz, sonido, olor, temperatura, velocidad, etc. El objetivo es permitir que los robots puedan recibir y percibir información desde el mundo que los rodea. (Escalona, 2007)

**Tabla 1. Clasificación de los sensores según su aplicación**

Propiedad Física	Tecnología
Contacto	Switch, Sensor de Contacto
Distancia	Ultrasonido, Radar, Infrarrojo
Luz	Diodo Infrarrojo, Fotorresistencia
Nivel de Luz/ imagen	Cámaras
Sonido	Micrófono
Olor	Química
Temperatura	Termal, Infrarrojo

Fuente: (Escalona, 2007)

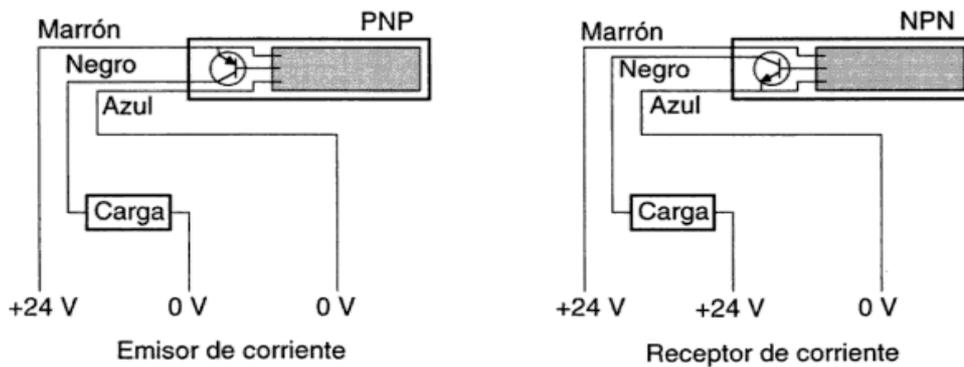


**Ilustración 8. Sensores de proximidad**

Fuente: (Pepperl & Fuchs, 2017)

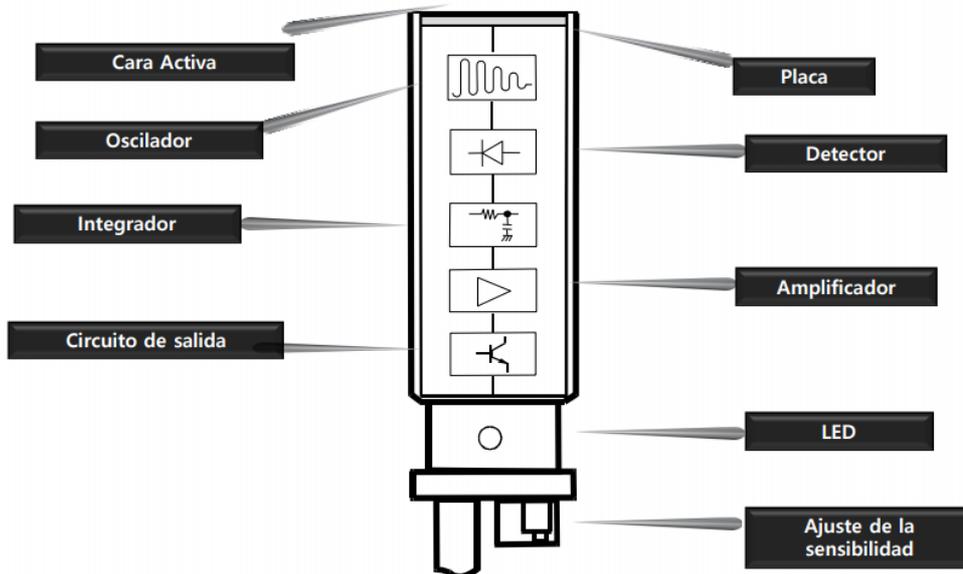
### 3.3.1 SENSOR CAPACITIVO

Los sensores capacitivos constan de una placa capacitiva en su extremo. La carga en esta placa es susceptible de ser modificada por cualquier objeto que se mueva en su alcance. La distancia puede ser ajustada dependiendo del material a percibir mediante un potenciómetro integrado. (Hyde, Cuspinera, & Regué, 2001)



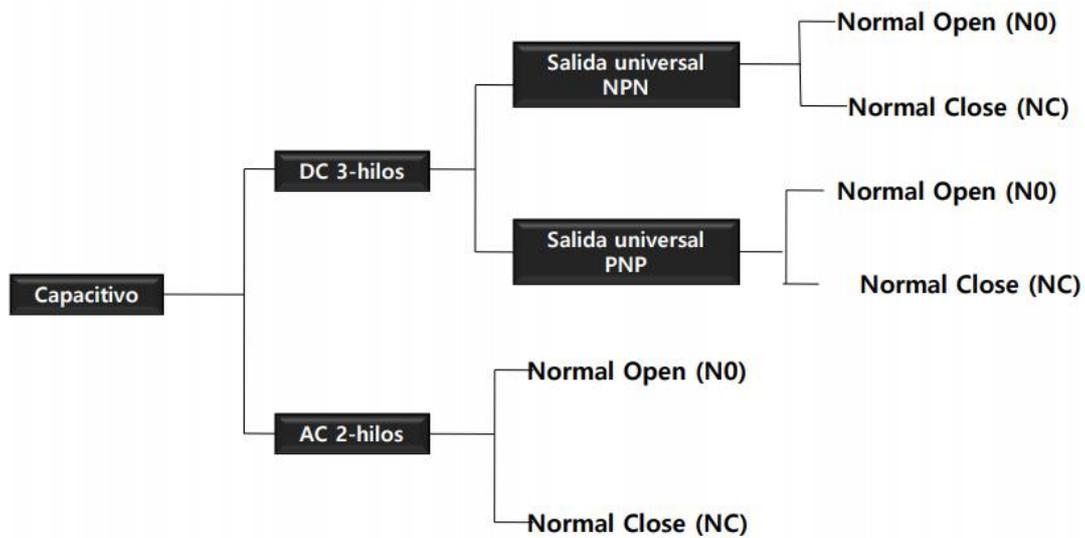
**Ilustración 9. Tipos de sensores capacitivos**

Fuente: (Hyde et al., 2001)



**Ilustración 10. Partes del sensor capacitivo**

Fuente: (Hyde et al., 2001)



**Ilustración 11. Salidas del sensor capacitivo**

Fuente: (Hyde et al., 2001)

### **3.4 TRANSDUCTOR**

Los transductores son dispositivos que convierten señales desde un medio físico a una señal correspondiente teniendo una diferente forma física tal como mecánicos, magnética, eléctrica, óptica, químico, etc. Los transductores pueden modificar o conservar la energía. (Areny, 2004)

### **3.5 ACTUADOR**

Los actuadores son los elementos que permiten transformar las señales eléctricas de salida del sistema en actuaciones físicas sobre el proceso, generalmente pueden ser hidráulicos, neumáticos y eléctricos. (Germán Corona Ramírez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014)



**Ilustración 12. Actuadores neumáticos**

Fuente: (Festo, 2018)

### **3.6 MOTORES ELÉCTRICOS**

Son máquinas eléctricas que transforman la energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos variables, se componen de partes, una fija llamada estator y una móvil llamada rotor. (Smeaton, 2000)

#### **3.6.1 CLASIFICACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS**

- **Motores de Corriente Continua:**

1. De excitación independiente
2. De excitación serie.
3. De derivación.
4. Excitación Compuesta.

- **Motores de Corriente Alterna:**

1. Motores Síncronos.
2. Motores Asíncronos:
  - a) Monofásicos:
    1. De Bobina Auxiliar
    2. Espira en Cortocircuito
    3. Universal

- b) Trifásicos:
1. Rotor Bobinado.
  2. Jaula de Ardilla

La velocidad de sincronismo de los motores eléctricos de corriente alterna viene definida por la siguiente expresión:

$$n = \frac{60f}{p}$$

### Ecuación 1. Velocidad de sincronismo

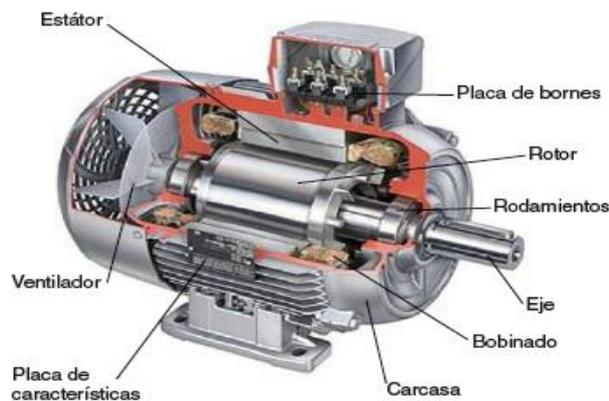
#### Dónde:

n= número de revoluciones por minuto.

f= frecuencia de la red.

p= número de pares de polos del motor.

Se da nombre de motor asíncrono al motor de corriente alterna cuya parte móvil gira a una velocidad distinta a la de sincronismo. (Reyes, Cid, & Vargas, 2013)



**Ilustración 13. Motor eléctrico**

Fuente: (Smeaton, 2000)

### 3.6.2 MOTORES TRIFÁSICOS

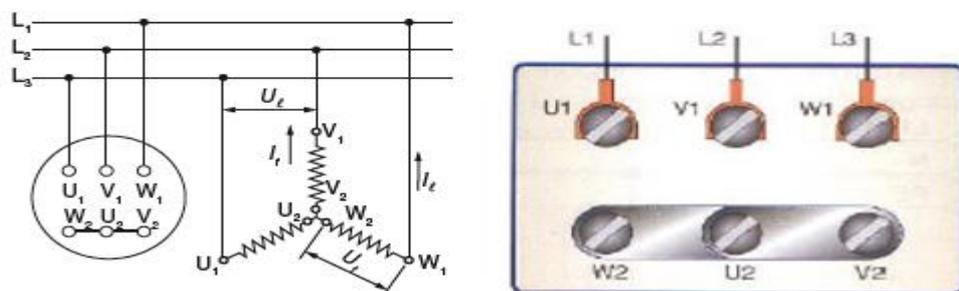
Son motores en los que el bobinado inductor colocado en el estator está formado por tres bobinados independientes desfasados 120° entre sí, alimentados por una red eléctrica trifásica de corriente alterna. (Smeaton, 200)

Estos pueden ser conectados en estrella o en triángulo, como se muestra en los siguientes diagramas.

**Tabla 2. Relación de intensidades de arranque y plena carga admisible en motores AC**

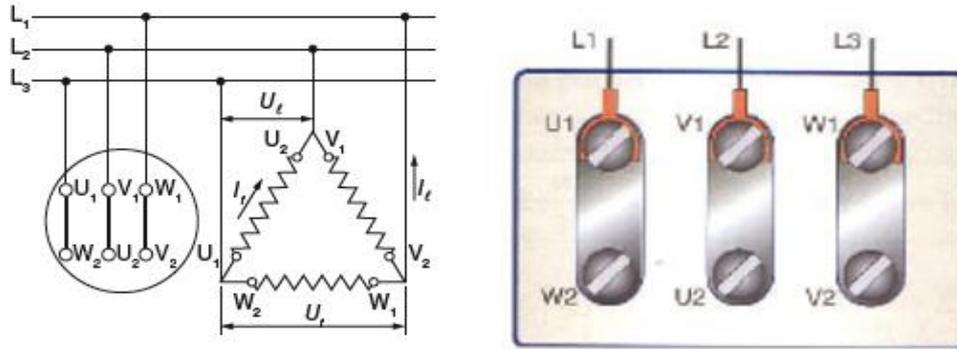
Potencia nominal del motor de corriente alterna	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de arranque y plena carga
De 0.75 a 1.5 kW	4.5
De 1.5 a 5.0 kW	3.0
De 5.0 a 15.0 kW	2.0
De más de 15.0 kW	1.5

Fuente: (Smeaton, 2000)



**Ilustración 14. Conexión estrella motor trifásico**

Fuente: (Smeaton, 2000)



**Ilustración 15. Conexión triángulo motor trifásico**

Fuente: (Smeaton, 2000)

### 3.6.3 RELACIÓN INTENSIDAD DE ARRANQUE

La relación que debe existir entre las intensidades de arranque y plena carga de los motores alimentados desde una red de alimentación en función de su potencia.

### 3.6.4 MOTORES ASÍNCRONOS MONOFÁSICOS

Son muy parecidos a los trifásicos, con el inconveniente de que su rendimiento y factor de potencia son inferiores. A igual potencia, el monofásico es más voluminoso en comparación al trifásico y, siempre que las condiciones lo permitan, se utilizaran trifásicos.

### 3.6.5 CARGA A VELOCIDAD CONSTANTE

Al momento de seleccionar un motor es importante determinar la carga que hay que mover y sus características de par. Se requiere información sobre las condiciones de operación del motor, que incluye el entorno ambiental, el montaje, como se mueve la carga y las características carga-motor.

El termino Carga-Motor, se le conoce como la potencia requerida por la maquina accionada,  $1 \text{ hp} = 33\,000 \text{ ft-lb/min}$ , la carga del motor en  $\text{hp} = \text{ft-lb}/33\,000$ . Para maquinaria rotativa, los ft-lb son la fuerza requerida para hacer girar el eje, multiplicada por la distancia en pies, sobre la fuerza que actúa; el termino ft-lb es equivalente al par motor en  $\text{lb-ft} = \text{radio} \times 2\pi \times \text{lb} \times \text{r/min}$ . Por lo tanto,

$$Carga\ del\ motor\ en\ hp = \frac{radio \times 2\pi \times lb \times r/min}{33\ 000} = \frac{radio \times lb \times r/min}{5\ 250}$$

La relación establece por medio de la siguiente formula:

$$hp = \frac{lb \times ft \times r/min}{5\ 250}$$

### **Ecuación 2. Carga del motor**

En donde lb-ft es el par del motor o sea el esfuerzo requerido para hacer girar la carga.

### **3.7 VARIADORES DE FRECUENCIA**

Un variador de frecuencia es un aparato destinado a modificar la frecuencia y, por lo tanto, la velocidad, de un motor de inducción asíncrono; es decir, que genera una corriente alterna con la frecuencia y la tensión necesaria para accionar dicho motor AC. (Pulido, 2000)



**Ilustración 16. Variadores de frecuencia Danfoss**

Fuente: (Danfoss, 2017)

El variador de frecuencia permite modificar el valor de la frecuencia para hacer que el motor gire a más o a menos velocidad, también podemos regular la intensidad de arranque del motor, independientemente de la frecuencia que disponga la red eléctrica.

### 3.7.1 VENTAJAS DE VARIADORES DE FRECUENCIA

1. Ahorro Energético: Consume solo lo necesario en cada momento
2. Se puede instalar en máquinas que estén funcionando sin él y no requiere modificar sus partes.
3. Puede ser controlado a distancia y con cualquier sistema automático.
4. Se pueden conectar varios motores en paralelo.
5. No requiere relé térmico, ya que protege el motor por control de la intensidad, sobrecarga y sobre intensidad instantánea.
6. Se puede obtener una velocidad constante cualquiera que sea la carga.
7. Se puede programar el tiempo de arranque y de parada, freno.
8. Se pueden programar varias velocidades distintas con rampas de arranque y de parada.

### 3.8 SISTEMA SCADA

Sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition o Control con Supervisión y Adquisición de Datos) es el que permite el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando herramientas de comunicación necesarias en cada caso. (Penin, 2011)

Utilizaremos un sistema SCADA para supervisar, controlar todo el sistema de la paletizadora con la ventaja de poder monitorear cada actividad de la máquina.



**Ilustración 17. SCADA Paletizadora Sidel**

Fuente: (Cervecería Hondureña, 2008)

### 3.8.1 OBJETIVOS DE SISTEMA SCADA

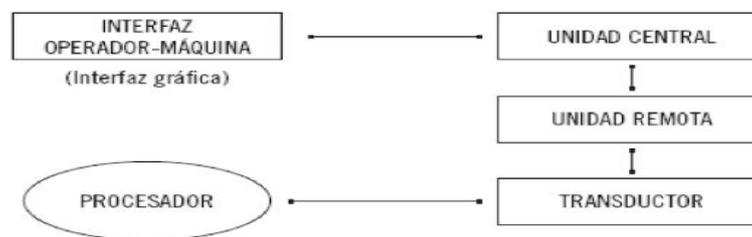
Los sistemas SCADA, se conciben principalmente como una herramienta de supervisión y mando. Entre sus objetivos podemos destacar:

1. **Economía:** Es más fácil de ver que ocurre en la instalación desde la oficina que enviar un operador a realizar la tarea.
2. **Accesibilidad:** Sera posible modificar los parámetros de funcionamiento, consultar estado de cada tarea.
3. **Mantenimiento:** La adquisición de datos materializa la posibilidad de obtener datos de un proceso, almacenarlos y presentarlos de manera inteligible para un usuario no especializado. La misma aplicación se puede programar de manera que nos indique cuando se aproximen las fechas de revisión o cuando la maquina tenga fallos.
4. **Ergonomía:** Es la ciencia que procura hacer que la relación entre el usuario y el proceso sea lo menos tirante posible.
5. **Gestión:** Todos los datos recopilados pueden ser valorados de múltiples maneras mediante herramientas estadísticas, graficas, valores tabulados, que permitan explorar el sistema con el mejor rendimiento posible.
6. **Flexibilidad:** cualquier modificación de alguna de las características del sistema de visualización no significa un gasto en tiempo y medios, pues no hay modificaciones físicas que requieran la instalación de un cableado.
7. **Conectividad:** Se buscan sistemas abiertos. La documentación de los protocolos de comunicación actuales permite la interconexión de sistemas de diferentes proveedores y evita la existencia de lagunas informativas que puedan causar fallos en el funcionamiento o en la seguridad.

### 3.8.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA SCADA

- **Interfaz Hombre-Máquina:** Son los dispositivos finales de comunicación y visualización con los que debe interactuar el operador de planta (pantallas, botoneras, etc.).
- **Unidad Central (MTU):** (Master Terminal Unit), será el equipo encargado de realizar las operaciones programadas de supervisión y control en función de las variables medidas y consignas aportadas. Es la unidad maestra que controla el resto de las unidades esclavo.

- **Unidades Remotas (RTUs);** (Remote Terminal Unit) Son todas aquellas unidades, PCs o dispositivos que envían información a la unidad central y que se encuentran alejadas del centro de control. Estos dispositivos se encargan de recopilar los datos de los elementos de campo y enviarlos a la Unidad Central.
- **Sistema de Comunicaciones:** Son los equipos encargados de transferir la información y los datos entre los actuadores y sensores y la Unidad Central, que es el punto donde se supervisa y controla el proceso. Está conformado por medios de comunicación, transmisores y receptores.
- **Transductores:** Serán los elementos que transformarán señales físicas o químicas en señales eléctricas. (Alonso, 2013)



**Ilustración 18. Esquema de interconexión SCADA**

Fuente: (Alonso, 2013)

### 3.9 COMPRESORES DE AIRE

Se llaman compresores de aire a las máquinas que sirven para comprimir los gases. Por la manera de comprimir los gases, se distinguen dos tipos de compresores, los volumétricos y los de flujo.

En los compresores volumétricos, el aumento de presión se logra por la disminución de volumen de gas confinado en una cámara y el proceso de compresión es pulsante, es decir, no es continuo.

En los compresores de flujo, la elevación de la presión del gas se logra por la transformación de la energía cinética que se le proporciona por medio de un rodete de forma adecuada, en energía de presión, cuando se hace que disminuya la velocidad del gas. De esta manera, el proceso de compresión es continuo. (Luszczewski, 2004)

### **3.10 PROCESO GENERAL DEL EMBOTELLADO DEL REFRESCO**

El proceso para la producción de refrescos PET (Politereftalato de Etileno), inicia desde la preparación de la Preforma al momento que se realiza la botella en la Sopladora, obteniendo el diseño de la botella de acuerdo a las exigencias de producción.

Luego la llenadora se encarga de recibir la botella saliendo de la sopladora y realiza el soplado a la botella para poder realizar su llenado y sellado correspondiente.

La botella llenada y sellada es transportada por la banda transportadora de botella a la etiquetadora para su respectivo etiquetado, esta es enviada a la multi empacadora de paquetes para luego ser empaquetada y almacenada.

### **3.11 C.I.P**

El sistema de limpieza C.I.P. (Clearing In Place) se basa en la limpieza del equipo de producción sin el desmontaje, lo cual refleja una ventaja notable respecto a los sistemas tradicionales de limpieza.

El sistema consiste en hacer circular a través del sistema de depósitos y tuberías, una serie de soluciones de limpieza y desinfección en un circuito cerrado desde unos depósitos de preparación de estas disoluciones, de acuerdo con unas secuencias y unos tiempos establecidos por el departamento de saneamiento.

El propósito del sistema de limpieza C.I.P. es eliminar los compuestos orgánicos propios del proceso ya que son la base para el crecimiento de bacterias.

La limpieza C.I.P es una limpieza realizada con productos químicos para la limpieza profunda basada en los parámetros; concentración y tipos de agentes de limpieza, temperatura y tiempo.

La disolución C.I.P. se prepara añadiendo el reactivo al tanque de formulación y recirculando la disolución mediante la bomba centrífuga que se sitúa en paralelo a la bomba del producto. El reactivo se dosifica en un tanque mediante una bomba dosificadora y al mismo tiempo se va añadiendo agua para que se pueda conseguir la concentración deseada, una vez que se haya conseguido la concentración necesaria del producto, el sistema de control lo

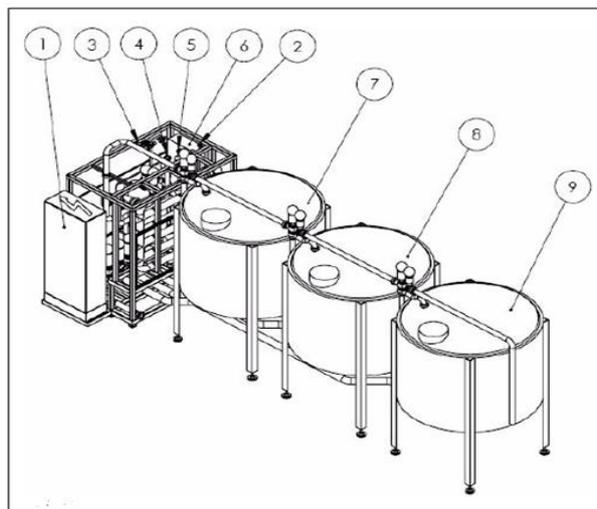
detectará y dará aviso de que ha finalizado con el paso de preparación de la disolución y así proceder con el siguiente paso.

### 3.12 ETAPAS DEL LAVADO

Las funciones del sistema de lavado son las que se indican a continuación.

Las etapas serán de acuerdo por el programa, pueden ser todas o sólo algunas de ellas:

- Llenado del tanque con agua de la red del depósito
- Enjuague preliminar con agua a temperatura ambiente
- Preparación de la solución de lavado
- Calentamiento del agua y/o de la solución de lavado
- Lavado con solución caliente a unos 90° C
- Enjuague con agua caliente (85° C a 90° C);
- Enjuague en frío.

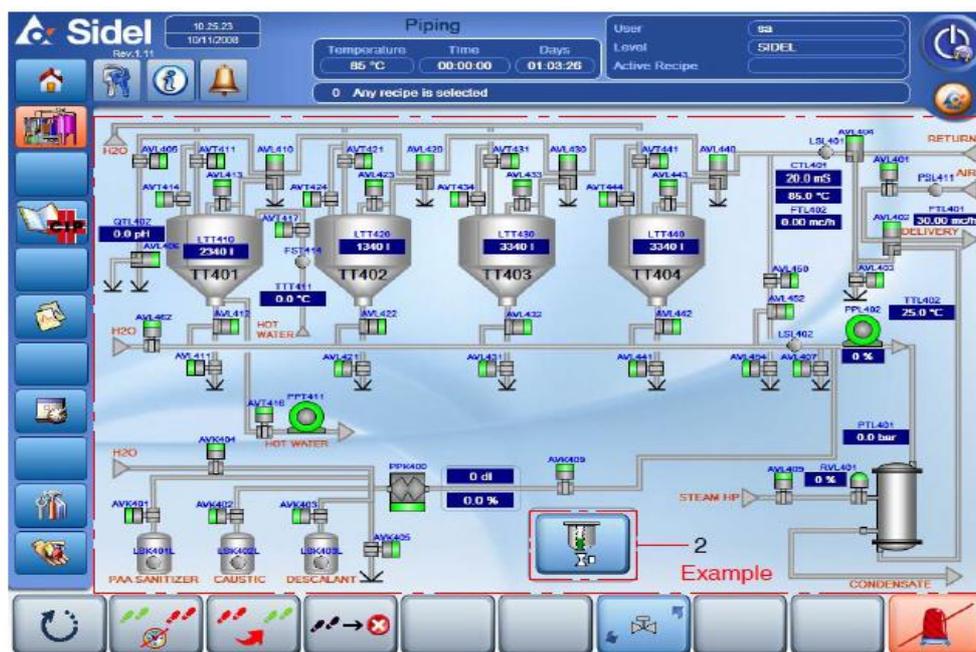


**Ilustración 19. Sistema CIP**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

1. Sistema Eléctrico
2. Sistema Neumático

3. Entrada Aire
4. Impulsión Solución de lavado
5. Retorno solución de lavado
6. Entrada agua para enjuague de productos químicos
7. Deposito solución caustica
8. Deposito solución acida
9. Deposito opcional.



**Ilustración 20. Sistema SCADA CIP**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

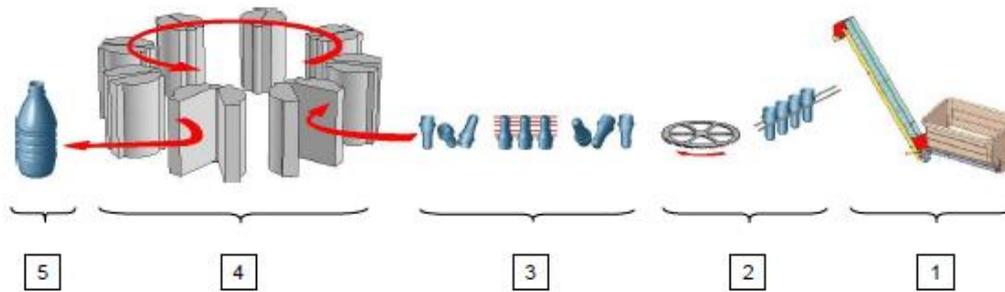
En este SCADA el operador del C.I.P puede realizar el monitoreo correspondientes para la puesta en marcha del sistema cuando este sea requerido por saneamiento.

### 3.13 SOPLADORA

La máquina Sopladora se encarga de realizar la botella mediante el sistema de soplado a alta presión de las preformas en PET (Polietileno Tereftalato).

Las botellas son producidas a partir de preformas inyectadas a alta presión de acuerdo a las características del artículo final.

A continuación, se muestra un proceso en bloques del proceso general de la botella desde que ingresa a la sopladora y es ingresada a la llenadora.



**Ilustración 21. Proceso de Soplado botella**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

- 1 las preformas son ingresadas a la maquina a través del transporte de preformas
- 2 las preformas se introducen en la máquina
- 3 las preformas ingresan al horno a alta temperatura (320°C)
- 4 las preformas son sopladas en un molde
- 5 la botella es transportada a la llenadora a través de las estrellas de transferencia

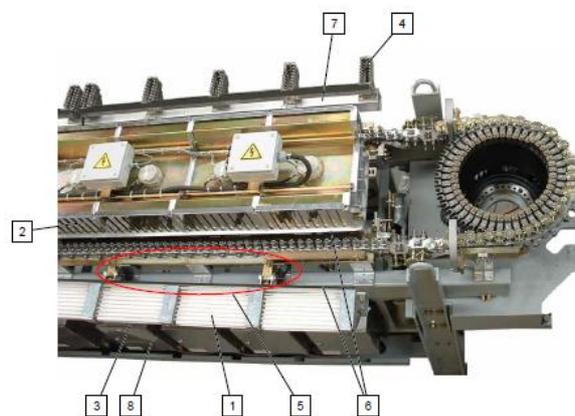


**Ilustración 22. Preforma PET 22 gr**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

### 3.13.1 HORNO PARA LA PREFORMA

Los módulos de caldeo efectúan el calentamiento controlado de los cuerpos de preformas, para soplarlas después de la transferencia a los moldes.



**Ilustración 23. Sistema calentado preforma**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

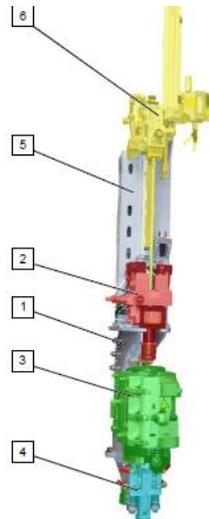
1. Lámparas infrarrojas 2500 Watts
2. Reflector de placas o perforado
3. Reflector trasero
4. Estante soporte lámparas
5. Sistema de volcado
6. Rampa de enfriamiento (agua)
7. Conducto de enfriamiento (aire)
8. Caja reguladora de potencia

### 3.13.2 PUESTO DE SOPLADO

El puesto de soplado es el encargado de recibir las preformas calientes salidas del horno y transformarlas en la botella final para el llenado mediante el sistema de soplado, para luego ser enviadas a la llenadora para su llenado correspondiente.

La cadencia de producción de una máquina está en función del número de puestos que contiene la sopladora, en nuestro caso cuenta con 16 (El doble del de la línea 5).

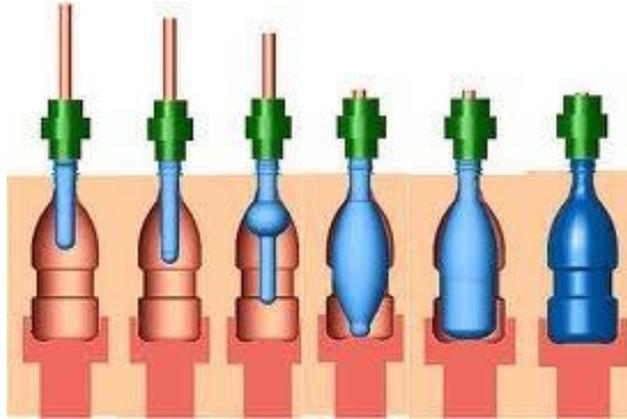
A continuación, se muestra el sistema Puesto de Soplado en el que realiza el sistema de soplado de la botella, son 16 en total.



**Ilustración 24. Puesto de soplado**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

1. Consola de soplado
2. Cilindro de tobera y electroválvulas "TORNADO"
3. Unidad porta molde
4. Conjunto soporte fondo de molde
5. Consola de estirado
6. Sistema de estirado



**Ilustración 25. Formación de la botella PET**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

### **3.14 LLENADORA DE BOTELLAS**

Esta máquina es capaz de producir 17,000 b/h, además de una adecuada resistencia a los ambientes corrosivos, mantenimiento limitado, alto nivel de fiabilidad y facilidad de trabajar al momento de realizar cambios de formato, hacen de ésta una máquina segura, versátil y fiable para toda aplicación. Todos los movimientos mecánicos son ejecutados y controlados electrónicamente mediante el PLC Siemens.

En el interior de la máquina los envases son sometidos a proceso de soplado, llenado y taponado final, los envases son introducidos en la máquina mediante unas estrellas de transferencia para poder realizar los procesos de manera que no sean manipulados por el operador.

#### **3.14.1 PROCESO DE LLENADO**

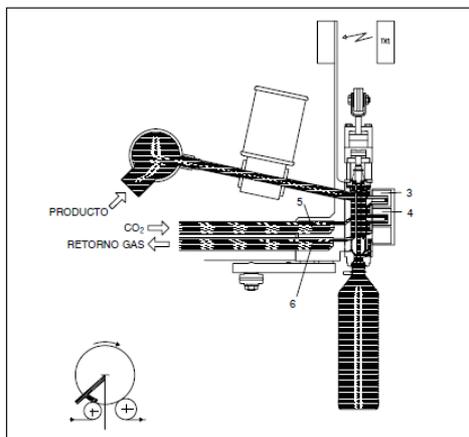
El proceso de llenado consta de varias etapas de las que a continuación mostraremos junto a una ilustración para su mejor comprensión.

Las principales fases de llenado son:

1. Aplicación de chorro Gas
2. Presurización
3. Llenado
4. Cierre y descompresión

### 3.14.2 APLICACIÓN DE CHORRO DE GAS

Una vez alcanzada la posición de retención, desde la tarjeta maestro es lanzada el mando a las tarjetas esclavo de las válvulas, activándose el procedimiento de llenado, que comienza con la aplicación de chorro de gas a fin de abrir las válvulas.

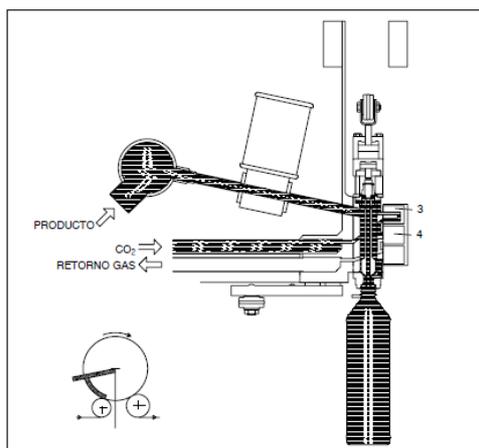


**Ilustración 26. Aplicación Chorros gas**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

### 3.14.3 PRESURIZACIÓN

Se cierra la válvula de membrana, mientras que la válvula de membrana permanece abierta, obteniéndose de esta forma la presurización de la botella.



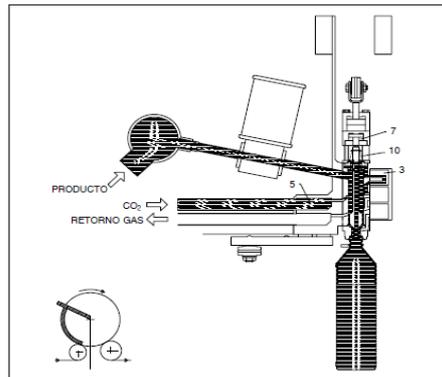
**Ilustración 27. Presurización**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

### 3.14.4 LLENADO

Con la botella en presión, retirando aire al cilindro, el resorte provoca la apertura de la válvula del líquido, comenzando de esta forma el llenado isobaro métrico por caída.

El líquido baja a lo largo de las paredes de la botella, sin turbulencias. Mientras el líquido entra, el flujo de gas, pasando a través de la válvula de membrana, retorna a la cámara

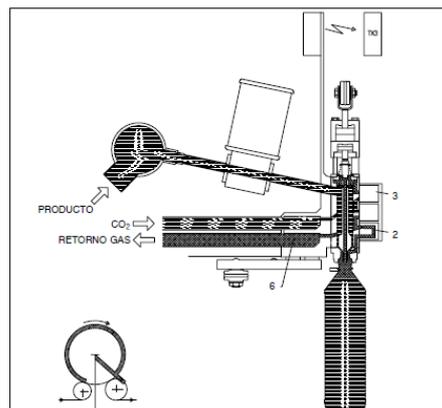


**Ilustración 28. Llenado**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

### 3.14.5 CIERRE Y DESCOMPRESIÓN

Se abre la válvula de membrana (3) y la válvula de membrana (2) que permite descomprimir el cuello de la botella. El gas de descompresión es enviado a la cámara (6) de descarga.



**Ilustración 29. Descompresión**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

### **3.15 ETIQUETADORA**

El principio de funcionamiento de las máquinas etiquetadoras rotativas consiste en trasladar el envase desde una cinta transportadora de una fila hacia un carrusel circular en donde se aplica la etiqueta por medio de un tambor giratorio que realizara la distribución de pegamento a la etiqueta.

### **3.16 TRANSPORTE DE BOTELLAS**

Se encargará de transportar las botellas que son previamente etiquetadas y las transportara a la empacadora que agrupa los refrescos en grupos de 6 (Six Pack).

### **3.17 TRANSPORTE DE PAQUETES**

Una vez que han sido agrupados los paquetes en la empacadora, son transportados por la mesa transporte de paquetes para poder distribuirlos a la bandeja de entrada de la paletizadora. (Cervecería Hondureña, 2018)

### **3.18 MAQUINA PALETIZADORA SIDEL**

Es una maquina cuyo objetivo es la de agrupar los paquetes de refrescos sobre un palé, para su almacenaje y transporte a los distintos puntos de venta.

Está compuesta por un sistema de transferencia de (4) secciones, cada sección es conformada por 31 rodos de acero inoxidable accionados por una banda lisa a través de un motor trifásico 440 voltios.

La paletizadora cuenta con varias máquinas para el desarrollo de las tareas, donde son agrupados, transportados, y organizados los paquetes. (Cuenca, 2017)



**Ilustración 30. Paletizadora Sidel**

Fuente: Autoría propia

### **3.19 MESA DISTRIBUIDORA**

Se encarga de enviar o distribuir los paquetes por medio del divisor de paquetes a la mesa de compactación de acuerdo a las especificaciones de cada presentación, de acuerdo al tamaño de cada producto.



**Ilustración 31. Mesa distribuidora**

Fuente: Autoría propia

### **3.20 MESA DE COMPACTACIÓN**

Es la encargada de recibir, agrupar, compactar y enviar los paquetes al cabezal del Robo Pac. Al recibir los paquetes de Six pack (6) los compacta para poder realizar camas de refrescos de los que se almacenaran sobre un palé para su previa distribución.



**Ilustración 32. Mesa de compactación**

Fuente: Autoría propia

## **IV DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO**

### **4.1 ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN DE PISTONES**

Primeramente, se realiza inspección aplicando espuma para identificar fugas de aire en los pistones a través de las empaquetaduras y si verifica si hay fugas en el sistema de alimentación neumática: Mangueras, válvulas, sistema de lubricación, racores, uniones, y manómetros. Luego se retiran los pistones que presentan fugas para desarmarlos y reemplazar todas las empaquetaduras dañadas, generalmente son dañadas por el mismo jarabe que es derramado, o los químicos que se utilizan para limpiar la máquina, se inspecciona si hay bujes quebrados o desgastados tanto el anti giro como el buje central de movimiento vertical para cada uno de los 72 pistones, se inspeccionan que las barras no estén torcidas, ralladas o con dificultad de movimiento para cada uno de los 72 elevadores vertical ya que esto presentaría una mal transferencia de la botella a la válvula ocasionando un mal llenado y por tal razón el producto se rechazaría. Luego que los pistones están reparados, se inspeccionan los amortiguadores de las pinzas, verificar funcionamiento y que se encuentren completas las partes y reapretar tornillería debido al desgaste mecánico tienden a aflojarse.

Una vez que esto está realizado se procede a ensayar y verificar Alineamiento de botella sobre la copa para todos los pistones; con la ayuda de una botella se coloca en la pinza elevadora, se levanta el pistón manual y se verifica que la posición de la botella esté centrada con la copa.

### **4.2 LIMPIEZA DE ACTUADORES DE LLENADO**

Primeramente, se desmontan los 3 actuadores neumáticos superiores (Presurización, llenado rápido y desfogue), actuador de apertura y cierre. Estos son componentes de la válvula de castillo, luego de desmontarlos se procede a realizar limpieza y lubricación, este trabajo debe realizarse cada 15 días como máximo, ya que el jarabe muchas veces ocasiona que estos no actúen y presenten problemas de llenado. Se verifican que los sellos de los actuadores no presentan desgaste o ruptura, esto también puede ocasionar que no actúen. Una vez limpios todos los componentes se colocan grasa OKS 1101 a los empaques hasta

llenar el espacio del labio, y al recorrido del émbolo del actuador, se le aplica aire para verificar que el émbolo actúe libremente.

#### **4.3 LIMPIEZA DE CAPSULADORES**

Los capsuladores son los encargados de colocar la tapa a cada botella, aplicando una fuerza de torsión para su sellado. Primeramente, se retiran los 12 capsuladores y se desarman para realizar inspección de los componentes, una vez revisados que estén en buen estado se procede a realizar limpieza interna de los componentes como ser cono, magnetos, rodamientos, resortes, bujes y housing. Una vez limpios los componentes se aplican grasa para la correcta lubricación, luego se arman y se ajustan a 12 Nm cada uno.

#### **4.4 REPARACIÓN DE VÁLVULA DE CO<sub>2</sub>**

Se realiza un descarte de todos los empaques de la válvula, primeramente, se cierra la válvula de entrada de CO<sub>2</sub> y se verifica que esté cerrada completamente, luego utilizando una llave Allen 4 se retiran los tornillos de ajuste y se verifican el estado de los empaques, lleva dos, por último, se reemplazan y se arma ajustándola a una presión en producción a 12 bar +/- 0.5.

#### **4.5 CAMBIO DE RODOS EN PALETIZADORA**

La paletizadora es la maquina encargada de recibir, agrupar y flejar las botellas en paquetes de 6 para su almacenamiento y distribución, se realizó actividades de inspección, limpieza y cambios de rodos ya que estos son deteriorados por el jarabe derramado sobre la máquina estos deben ser modificados a la medida especifica ya que debido al desgaste mecánico la estructura ha sufrido varios cambios.



**Ilustración 33 Sistema de Rodillos Mesa Compactación**

Fuente: Autoría propia

#### 4.6 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

La planta cuenta con múltiples instrumentos para poder diagnosticar y encontrar los problemas, con el objetivo de mantener en óptimas condiciones las maquinas.

A continuación, se mostrarán os que se utilizaron para el proyecto.

##### 4.6.1 TORQUÍMETRO PRECISIÓN INSTRUMENTS

Se realizaron pruebas de torque estático a cada uno de los cabezales del Capsulador (12), utilizando el Torquímetro de calibración designado

Cabezal 1:				
Virola:	<u>13</u>	Lbs. Real:	<u>17</u>	Lb. Desviación <u>4</u> Lb.
Cabezal 2:				
Virola:	<u>13</u>	Lbs. Real:	<u>18</u>	Lb. Desviación <u>5</u> Lb.
Cabezal 3:				
Virola:	<u>13</u>	Lbs. Real:	<u>20</u>	Lb. Desviación <u>7</u> Lb.
Cabezal 4:				
Virola:	<u>13</u>	Lbs. Real:	<u>21</u>	Lb. Desviación <u>8</u> Lb.
Cabezal 5:				
Virola:	<u>13</u>	Lbs. Real:	<u>19</u>	Lb. Desviación <u>6</u> Lb.
Cabezal 6:				
Virola:	<u>13</u>	Lbs. Real:	<u>20</u>	Lb. Desviación <u>7</u> Lb.
Cabezal 7:				
Virola:	<u>13</u>	Lbs. Real:	<u>20</u>	Lb. Desviación <u>7</u> Lb.
Cabezal 8:				
Virola:	<u>13</u>	Lbs. Real:	<u>21</u>	Lb. Desviación <u>8</u> Lb.
Cabezal 9:				
Virola:	<u>13</u>	Lbs. Real:	<u>16</u>	Lb. Desviación <u>3</u> Lb.
Cabezal 10:				
Virola:	<u>13</u>	Lbs. Real:	<u>19</u>	Lb. Desviación <u>6</u> Lb.
Cabezal 11:				
Virola:	<u>13</u>	Lbs. Real:	<u>17</u>	Lb. Desviación <u>4</u> Lb.
Cabezal 12:				

**Ilustración 34 Resultados de Torquímetro**

Fuente: Autoría Propia

Este análisis es de mucha importancia en el proceso de producción, ya que este determinara el torque de cada capsulador, este determinara el correcto sellado de la botella, y este puede ser afectado en la mesa de compactación, ya que, al momento de compactar los paquetes, estos muchas veces son deformados por la presión de los pistones provocando que el refresco se derrame sobre la mesa de compactación y se proceda a limpiar la mesa lo cual toma mucho tiempo de limpieza y puesta en marcha



**Ilustración 35 Torquímetro Precisión Instruments**

Fuente: Autoría Propia

## 4.6.2 ULTRASONIDO SDT270

Con el analizador de ultrasonidos podemos captar el nivel de ultrasonido que presentan los sistemas de transferencia mecánicos con el objetivo de monitorear e identificar las fallas que podrían ser ocurridas en un periodo de tiempo cercano, con este instrumento podemos guardar distintos análisis para poder obtener un análisis de tendencia y ver su aumento de daño con el pasar del tiempo.

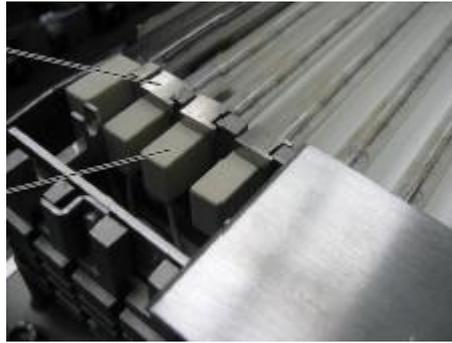


Ilustración 36 Ultrasonido de Mesa Compactación

Fuente: Autoría propia

## 4.7 REEMPLAZO RESISTENCIAS DE HORNOS DE SOPLADORA

Cada horno está compuesto por 10 resistencias de 2500 watts, las cuales son distribuidas en cada horno, la sopladora tiene 10 hornos para poder calentar las preformas que serán introducidas al sistema de pre soplado y soplado con el objetivo de producir la botella final, estas resistencias generalmente son dañadas por preformas atoradas y estas quiebran dichas resistencias, es importante tener los hornos completos ya que cada resistencia esta direccionada para cada preforma según su altura.

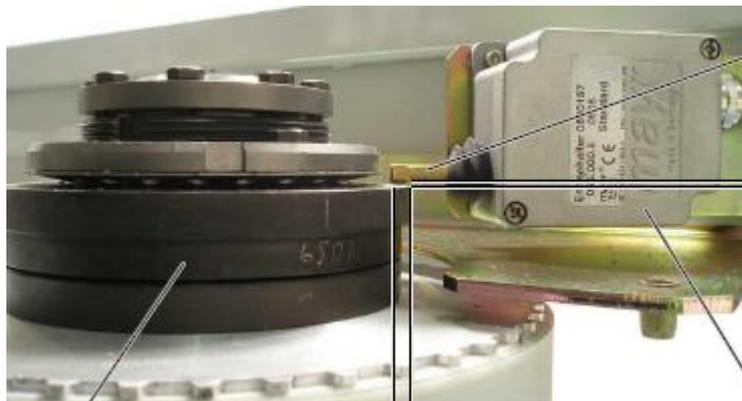


**Ilustración 37 Resistencias 2500 Watts**

Fuente: Autoría propia

#### **4.8 REPARACIÓN DE EMBRAGUE RUEDA PRINCIPAL SOPLADORA**

La sopladora presento problema de desembrague de rueda principal durante producción, se procedió a revisar y se encontró que se desembragaba por lo que se procedió a desarmar, se encontró bastante sucio, por lo que se procedió a realizar una limpieza con desengrasante, se lubrico y se realizó ajuste, pero el problema persistía, se revisó el sistema de la rueda y se encontró que el variador de frecuencia no estaba realizando el frenado y esto ocasionaba un sobre esfuerzo en la transmisión ocasionando que se desembragara, por lo que se encontró la resistencia de frenado del variador dañada, se reemplazó.



**Ilustración 38 Embrague Rueda Principal Sopladora**

Fuente: Autoría propia

#### **4.9 CALIBRACIÓN RAMPA DE ENFRIAMIENTO**

La rampa de enfriamiento se encarga de mantener el anillo de la preforma en una temperatura apropiada para el proceso de soplado, está dentro del horno y trabajan en conjunto para lograr la temperatura apropiada y obtener una botella resistente, el cambio de esta puede no ser tan difícil pero se requiere gran precisión al momento de calibrarla ya que debe estar a una distancia sugerida por el fabricante evitando daños internos ocasionados por colisión o que la preforma no logre obtener la temperatura apropiada, dicha calibración debe ser entre 1 a 2 mm de distancia entre la rampa y la preforma, se colocan varias preformas dentro de las cadena y se mide respecto a la rampa.



**Ilustración 39 Calibración Rampa Fija**

Fuente: Propia

**TABLA 3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
Preparacion de Mantenimiento L5	■									
Restauracion de Pistones de Llenadora		■								
Mantenimiento Linea 5		■								
Reparacion de Brazos de transferencia			■							
Reparacio de Pinzas de Transferencia			■							
Estudio de Agua tratada en Sopladora				■						
Cambio de Encoder de Envolvedora				■						
Calibracion de Leva de bloqueo Sopladora 5					■					
Analisis de Ultrasonidos				■	■	■	■		■	
Reparacion de Rodos Mesa Compactacion					■					
Preparacion de Mantenimiento L6					■					
Mantenimiento Linea 6					■					
Cambio de Sensor Etiquetadora						■				
Reparacion de Embrague Sopladora 5							■			
Reparacion Rampade Enfriamiento Sopladora 6								■		
Cambio Banda Transporte Preforma								■		
Reemplazar Rodos Apertura y Cierre Molde									■	
Calibracion de Topes de Estirado									■	

Autor: Propia

## **V. CONCLUSIONES**

La calidad se ha convertido en un aspecto transcendental dentro de las organizaciones, por la importancia de ser reconocidos como entes de total efectividad, misma situación suscita en la Cervecería Hondureña, donde los modelos automatizados deben ser de alto repunte y sofisticados para asegurar una línea de producción eficiente con el mismo de pérdidas registradas por fallos(Garcia P, Quispe, & Páez, 2003). Durante la práctica se desarrollaron técnicas para garantizar la disponibilidad de los equipos, se realizaron planes de mantenimiento semanales y mantenimientos por oportunidad, los cuales son desarrollados en paros en producción

### **5.1 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS**

- Se aprendieron técnicas de ingeniería para la correcta planificación de actividades de mantenimiento correctivo y preventivo con el objetivo de mantener los equipos en óptimas condiciones, haciendo buen uso de los recursos.
- Al realizar mantenimientos semanales se tiene la oportunidad de realizar inspecciones en los equipos con anticipación y así poder realizar reparaciones inmediatas, garantizando la disponibilidad de los equipos a producción.
- En el mes de mayo se redujeron solicitudes de servicios a contratistas para reducir los costos por mantenimiento, realizando las actividades críticas y específicas obteniendo resultados positivos ya que los mantenimientos fueron enfocados a correctivos con el objetivo de reparar las actividades críticas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se sugieren algunas recomendaciones en base a los resultados y las conclusiones que se obtuvieron luego de realizar el presente estudio.

### **6.1 LA EMPRESA**

- a) Implementar un nuevo sistema de transferencia de paquetes, ya que con este se obtendrán mejoras dentro de la línea de producción, reduciendo costos y aumentando productividad.
- b) Realizar siempre las actividades de mantenimiento preventivo sugeridas por el fabricante, con el fin de poder mantener las maquinas en óptimas condiciones evitando paros en las maquinas por daños mayores.
- c) Realizar actividades de inspección, limpieza y lubricación con más frecuencia en el sistema de transporte.

### **6.2 LA UNIVERSIDAD**

- a) Implementar una asignatura para fortalecer las técnicas sobre sistemas SCADA, ya que es un sistema que esta implementado en la mayoría de las empresas y es muy útil.
- b) Se utilizó la herramienta de Solidworks para el diseño del proyecto, fue de mucha ayuda, por lo que se motiva a la universidad a que siga potenciando el uso de esta gran herramienta como lo ha hecho hasta el día de hoy.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, J. L. P. (2013). Montaje y puesta en marcha de sistemas robóticos y sistemas de visión, en bienes de equipo y maquinaria industrial. FMEE0208. IC Editorial.
- Areny, R. P. (2004). Sensores y acondicionadores de señal. Marcombo.
- Baturone, A. O. (2005). Robótica: manipuladores y robots móviles. Marcombo.
- Bolton, W. (2005). Mecatrónica Sistemas de control Electrónico en ingeniería Mecánica y Eléctrica (2.ª ed., Vol. 2). México: Alfaomega.
- Cantón, E. J. (2014). Recepción y distribución de señales de radiodifusión. ELES0108. IC Editorial.
- Cervecería Hondureña - Nosotros. (s. f.). Recuperado 1 de febrero de 2019, de <https://cerveceriahondurena.com/nosotros/quienes-somos>
- Cuenca, E. (2017). Automatización de una maquina paletizadora. Universitat Politècnica de Valencia, España. Recuperado de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/84741/memoria\\_20454746.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/84741/memoria_20454746.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Escalona, I. (2007). Transductores y sensores en la automatización industrial (1.ª ed.). Buenos Aires, ARGENTINA: El Cid Editor. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3173569>

- Germán Corona Ramírez, L., Abarca Jiménez, G. S., & Mares Carreño, J. (2014). Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino. Distrito Federal, UNKNOWN: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/detail.action?docID=4569609>
- Hyde, J., Cuspinera, A., & Regué, J. (1997). Control electro neumático y electrónico. Marcombo.
- Jiménez, V. G., Yuste, R. Y., & Martínez, L. (2012). Comunicaciones Industriales Siemens. Marcombo.
- Luszczewski, A. (2004). Redes industriales de tubería, bombas para agua, ventiladores y compresores: diseño y construcción. Reverte.
- Meaton, R. W. (1991). Motores eléctricos: selección, mantenimiento y reparación (2a ed.). México, D.F., MEXICO: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3195899>
- Moreno, E. (2000). Automatización de Procesos Industriales (1.<sup>a</sup> ed.). España: Universitat Politècnica de València.
- Pablo, T. P., Juan. (2017). Introducción a las señales y sistemas. Universidad del Norte.
- Penin, A. R. (2011). Sistemas SCADA. Marcombo.

PEPPERL & FUCHS sensores ultrasónicos | Eléctrica Industrial Elizondo. (s. f.).

Recuperado 23 de febrero de 2019, de

<http://www.electricalizondo.com/producto/pepperl-fuchs-sensores-ultrasonicos/>

Pérez, E., Acevedo, J., Silva, C., & Quiroga, J. (2009). *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización* (2.<sup>a</sup> ed., Vol. 2). España. Recuperado de [https://books.google.hn/books?hl=es&lr=&id=5jp3bforBB8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=automatizacion&ots=g1Frg66kTe&sig=tvHun9YsAlzFGmq3FtTmUbUVXD&redir\\_esc=y#v=onepage&q=automatizacion&f=false](https://books.google.hn/books?hl=es&lr=&id=5jp3bforBB8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=automatizacion&ots=g1Frg66kTe&sig=tvHun9YsAlzFGmq3FtTmUbUVXD&redir_esc=y#v=onepage&q=automatizacion&f=false)

Pulido, M. Á. (2000). *Convertidores de frecuencia, controladores de motores y SSR*. Marcombo.

Reyes, F., Cid, J., & Vargas, E. (2013). *Mecatrónica Control y Automatización* (1.<sup>a</sup> ed.). México: Alfaomega.

Yin, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2007). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.