



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ALFINFIA

PRÁCTICA PROFESIONAL

LÁCTEOS DE HONDURAS (LACTHOSA)

PRESENTADO POR:

21351087 MARLON ANDRES BORJAS CARBAJAL

ASESOR: ING. HEGEL LÓPEZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA

DICIEMBRE DE 2018

Agradecimientos

Primeramente, a Dios por acompañarme durante todo este trayecto y permitirme llegar hasta este punto.

A mi madre y mi abuela por siempre brindarme su apoyo y su amor incondicional durante tanto tiempo.

A mis tíos y demás familiares que siempre me brindaron su apoyo y conocimiento para poder llegar donde estoy.

A mis profesores que siempre me impulsaron y guiaron durante el camino brindándome su conocimiento.

A todo el cuerpo técnico y administrativo de Lácteos de Honduras por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo y aprender día a día.

A todos, mis más sinceros agradecimientos.

Resumen

En la empresa Lácteos de Honduras se realizan bastantes actividades al día para que esta pueda ser la gran empresa que es hoy en día, estas actividades son realizadas por los empleados que la conforman.

Lácteos de Honduras cuenta con diferentes plantas de producción las cuales constan con una infinidad de máquinas y equipos para poder realizar sus productos. Para que toda la planta pueda operar de manera adecuada se tienen que brindar mantenimientos a dichos equipos. Muchos de estos equipos vienen siendo comunes hoy en día en la industria, pero así mismo se pueden encontrar equipos específicos para esta empresa.

Uno de los puntos más críticos que hay en la empresa es la metrología, ya que esta es la que certifica y da garantía que la empresa esta proporcionando los productos que esta ofrece, así que una de las tareas principales es encargarse de la calibración de los equipos de medición que hay en la empresa como termómetros, balanzas, manómetros, flujómetros entre otros. El poder tener todos estos equipos calibrados brinda credibilidad a la empresa de que esta cumpliendo con la producción que realiza y con sus productos.

Muchas veces se descuidan cosas sencillas como lo es la metrología y esto viene siendo un punto de interés para las auditorias lo cual lo vuelve un punto vulnerable para las empresas, esta es la razón por el cual esta ciencia a pesar de no ser muy complicada es importante y siempre tiene que tomarse en cuenta.

Abstract

In the company Lácteos de Honduras are perform quite a few activities per day, so that this may be the great company that it is today, these activities are performed by the employees that comprise it.

Lácteos de Honduras has different production plants which have a myriad of machines and equipment to make their products. For the whole plant to be able to operate properly you have to provide maintenance to such equipment. Many of these teams are coming to be common today in the industry, but you can find equipment specific to this company.

One of the most critical points that there are in the company are metrology, since this is the one that certifies and guarantees that the company is providing the products that it offers, so one of the main tasks is to take care of the calibration of the measuring equipment that there is in the company such as thermometers, scales, pressure gauges, flow meters, among others. Having all of these calibrated equipment gives credibility to the company that is complying with the production and with their products.

Many times, we overlook simple things such as what is the metrology and this comes to be a point of interest for the audits which becomes a vulnerable point for businesses, this is the reason by which this science despite not being very complicated, it is important and always has to be taken as important.

Índice

I.	Introducción	1
II.	Generalidades de la Empresa	2
2.1	Descripción de la Empresa	2
2.2	Descripción del Departamento	2
2.3	Objetivos	3
2.3.1	Objetivo General	3
2.3.2	Objetivos Específicos	3
III.	Marco Teórico	4
3.1	Motor AC	4
3.2	Motor de Inducción	5
3.2.1	Motor Jaula de Ardilla	6
3.2.2	Motor de Rotor Bobinado	7
3.3	Conexión y Arranque de Motores	7
3.3.1	Conexión Estrella	8
3.3.2	Conexión Delta	8
3.3.3	Conexión Estrella Delta	9
3.4	Bomba Hidráulica	10
3.4.1	Tipos de bombas	10
3.4.2	Tipos de Bomba de Embolo	12
3.5	Flujómetros	13
3.5.1	Tipos de Flujómetros	13
3.5.2	Ventajas e Inconvenientes de Flujómetros	15
3.6	Termómetros	16
3.7	Balanzas	16
3.8	Metrología	17
3.8.1	Calibración	18
3.8.2	Metrología Industrial	18
IV.	Metodología	20
4.1	Variables de Investigación	20
4.1.1	Variable Dependiente	20

4.1.2	Variable Independiente	20
4.2	Enfoques y Métodos.....	20
4.3	Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	21
4.3.1	Técnicas Aplicadas	21
4.3.2	Instrumentos Aplicados	21
4.4	Fuentes de Información.....	21
4.5	Cronograma de Actividades.....	22
V.	Descripción del Trabajo Desarrollado	23
5.1	Trabajos Desarrollados	23
5.2	Formatos de Calibración Realizados	26
VI.	Conclusiones.....	29
VII.	Recomendaciones	30
7.1	Para la Empresa.....	30
7.2	Para la Universidad	30
VIII.	Bibliografía.....	31

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1	Motor AC.....	4
Ilustración 2	Rotor Jaula de Ardilla.....	6
Ilustración 3	Motor de Rotor Bobinado	7
Ilustración 4	Conexión Estrella	8
Ilustración 5	Conexión Delta	9
Ilustración 6	Bomba Volumétrica	10
Ilustración 7	Bomba Rotodinámica.....	11
Ilustración 8	Flujómetro Másico.....	14
Ilustración 9	Flujómetro Volumétrico.....	15
Ilustración 10	Termómetro.....	16
Ilustración 11	Balanza Digital.....	17

Índice de Tablas

Tabla 1	Cronograma de Actividades	22
Tabla 2	Checklist para balanzas.....	27
Tabla 3	Checklist para termómetros.....	28

I. Introducción

La carrera de mecatrónica es una carrera bastante amplia en cuanto a la parte de ingeniería, ya que esta consta de una mezcla de diversas ramas de la ingeniería. El estudiar mecatrónica tiene sus ventajas con lo mencionado anteriormente ya que como no es una carrera específica y centrada en una sola rama, los profesionales al terminar esta carrera pueden tomar la dirección que ellos prefieran como lo podría ser la parte de programación, la parte mecánica o una parte más a fondo y específica como lo es la electrónica, entre otras.

En el presente informe se realizará un informe de práctica profesional que consta con las actividades realizadas durante el tiempo de proyecto fase 2. Dicho informe fue realizado en la empresa Lácteos de Honduras específicamente en el área de mantenimiento de la empresa.

Durante el día en la empresa se pueden presentar diferentes problemas tanto en maquinaria de producción como en equipos externos a producción, principalmente se ha estado trabajando en las máquinas de Tetrapak y diferentes marcas de flujómetros. Pero a pesar de estar centrados en estas dos áreas mencionadas anteriormente no se dejan por un lado los problemas que puede llegar a presentarse como fallos de bombas, motores, controladores lógicos programables, entre otros.

Hoy en día el estudiar una carrera universitaria se ha vuelto enfocarse en algo específicamente y durante mi tiempo ejerciendo la práctica profesional me he dado cuenta que el estudiar una carrera no es suficiente ya que como futuros ingenieros hay que involucrarse más en los problemas que se presentan diariamente y así poder aprender cada vez un poco más e ir ampliando el conocimiento que se adquiere, ya que la universidad se encarga de dar las herramientas necesarias para poder ir un poco más adelante, pero es responsabilidad y decisión propia el poder utilizar estas herramientas de forma que pueda beneficiar al estudiante para poder ser mejor y destacar en una empresa y/o trabajo en el que se encuentre.

II. Generalidades de la Empresa

2.1 Descripción de la Empresa

Lácteos de Honduras (Lacthosa) es una empresa líder del sector lácteo en Honduras dedicada a la elaboración, producción y comercialización de productos lácteos, jugos y bebidas.

Están presentes en Honduras, El Salvador, Guatemala, Estados Unidos, República Dominicana y Gran Caimán.

Misión

Elaborar y comercializar productos lácteos de la más alta calidad que contribuyan al crecimiento y nutrición de una población saludable.

Visión

Ser la empresa de industrias lácteas líder en el mercado centroamericano al satisfacer las necesidades alimenticias de la población ofreciéndoles siempre productos de primera calidad, manteniendo un enfoque en el apoyo a la sociedad.

2.2 Descripción del Departamento

El departamento de mantenimiento industrial es el encargado de tomar acción cuando se presenta alguna falla en la línea de producción. Esta área de mantenimiento industrial cuenta con diferentes áreas como los talleres de electricidad, mecánica y soldadura en la cual cada una de estas atiende el problema que se presente dependiendo de qué tipo de problema de producción se presente.

De igual manera el área de manteamiento se encarga de atender la sala de máquinas una sala donde se realizan diferentes recursos como el aire, vapor y frio para luego enviarlos a diferentes áreas de la empresa y utilizarlos en cámaras frías, maquinas neumáticas o máquinas que requieran vapor.

Otra de las tareas con las que este departamento cuenta es brindar mantenimiento dentro de la planta tanto predictivo, preventivo y/o correctivo el que sea requerido.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Resolver los problemas en la maquinaria que se presenten durante el día aplicando los conocimientos obtenidos en la facultad de ingeniería.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar mantenimientos predictivos y correctivos a los equipos dentro de planta de producción.
- Elaboración de metrología en los componentes de medición.
- Proponer un formato de checklist para la revisión de calibración de los componentes de medición.

III. Marco Teórico

En el presente informe se encuentran diferentes equipos los cuales podemos encontrar en la industria, tales como son los motores y bombas en diferentes aplicaciones.

Así mismo se hace énfasis en la metrología que consta en la calibración de los equipos como los termómetros, manómetros, balanzas u otro equipo que proporcione algún dato de interés para poder verificar que estos están proporcionando el valor correcto.

En general la mayoría de trabajos que se hacen con estos equipos consta de mantenimientos tanto preventivos y predictivos como correctivos esto se determina dependiendo del equipo, estos tienen un plan de mantenimiento, pero muchas veces fallan antes del tiempo estipulado para su mantenimiento y se tiene que recurrir al mantenimiento correctivo.

3.1 Motor AC

Es el motor de uso más común en la industria utilizado con tres fases de inducción.

Este tipo de motor consta de tres partes principales: el rotor, el estator y la carcasa.

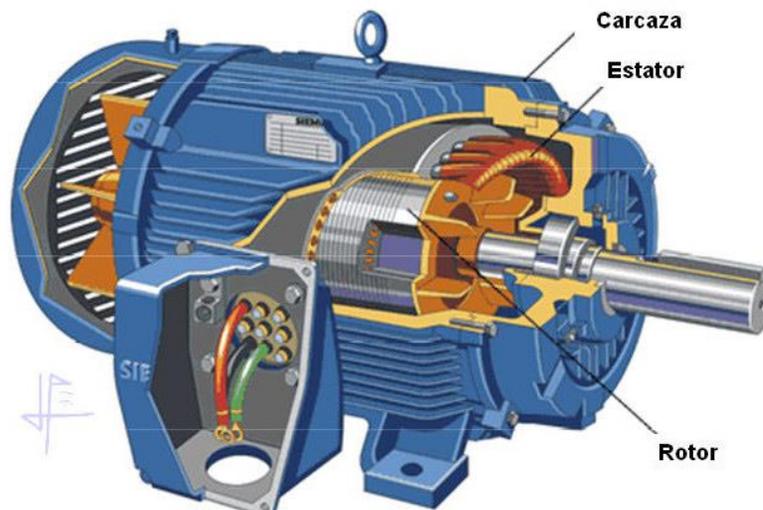


Ilustración 1 Motor AC

Fuente: (Siemens, 2010)

- Estator: Es la parte fija del motor. Está constituido por una carcasa en la que está fijada una corona de chapas de acero al silicio provistas de unas ranuras. Los bobinados de sección apropiada están dispuestos en dichas ranuras formando las bobinas que se dispondrán en tantos circuitos como fases tenga la red a la que se conectará la máquina.
- Rotor: Es la parte móvil del motor. Está situado en el interior del estator y consiste en un núcleo de chapas de acero al silicio apiladas que forman un cilindro, en el interior del cual se dispone un bobinado eléctrico.
- Carcasa: Es la parte de la estructura del motor que se encarga de protegerlo y mantener todos los componentes en su lugar.

(DE VANDELVIRA, 2011)

3.2 Motor de Inducción

El motor de inducción es un motor eléctrico de corriente alterna, en el cual su rotor gira a una velocidad diferente a la del campo magnético del estator.

El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos:

a) Jaula de Ardilla

b) Rotor Bobinado, en el que se encuentran las bobinas inductoras.

Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120° en el espacio. Según el teorema de Ferraris, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas equilibradas, cuyo desfase en el tiempo es también de 120° , se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión eléctrica en el rotor según la Ley de inducción de Faraday: La diferencia entre el motor a inducción y el motor universal es que en el motor a inducción el devanado del rotor no está conectado al circuito de excitación del motor, sino que está eléctricamente aislado. Tiene barras de conducción en todo su largo, incrustadas en ranuras a distancias uniformes alrededor de la periferia. Las barras están conectadas con anillos (en cortocircuito) a cada extremidad del rotor. Están soldadas a las extremidades de las barras. Este ensamblado se parece a las

pequeñas jaulas rotativas para ejercitar a mascotas como hámster y por eso a veces se llama "jaula de ardillas", y los motores de inducción se llaman motores de jaula de ardilla.

(Sanchez Rodriguez & Contreras, 2015)

3.2.1 Motor Jaula de Ardilla

Un rotor de jaula de ardilla es la parte que rota usada comúnmente en un motor de inducción de corriente alterna. Un motor eléctrico con un rotor de jaula de ardilla también se llama "motor de jaula de ardilla". En su forma instalada, es un cilindro montado en un eje. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula. El nombre se deriva de la semejanza entre esta jaula de anillos, las barras y la rueda de un hámster.

(Viloria, 2005)

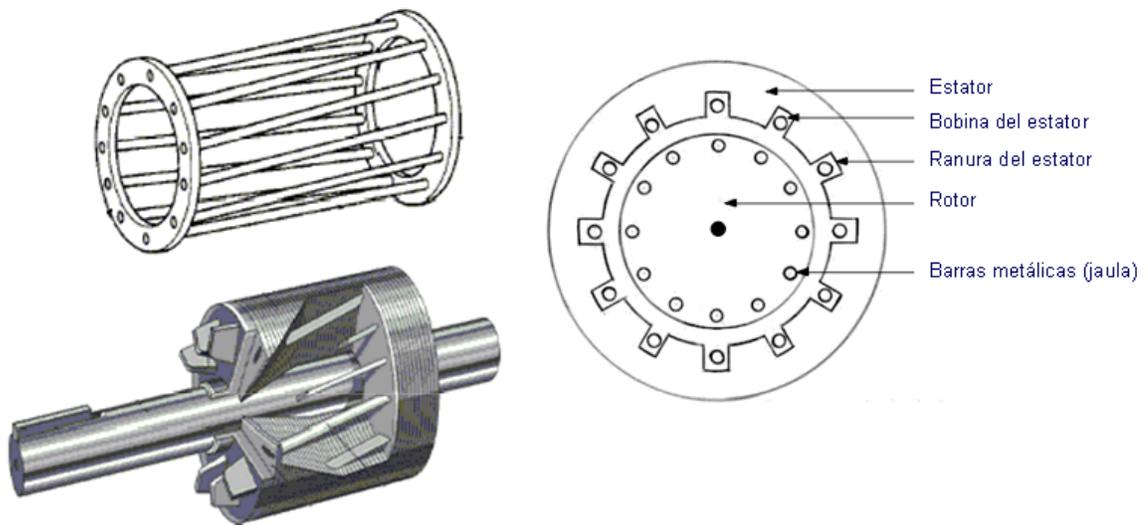


Ilustración 2 Rotor Jaula de Ardilla

Fuente: (BOMOHS, 2014)

3.2.2 Motor de Rotor Bobinado

El motor de rotor bobinado tiene un rotor constituido, en vez de por una jaula, por una serie de conductores bobinados sobre él en una serie de ranuras situadas sobre su superficie. De esta forma se tiene un bobinado en el interior del campo magnético del estátor, del mismo número de polos y en movimiento. Este rotor es mucho más complicado de fabricar y mantener que el de jaula de ardilla, pero permite el acceso al mismo desde el exterior a través de unos anillos que son los que cortocircuitan los bobinados. Esto tiene ventajas, normalmente es como la posibilidad de utilizar un reóstato de arranque que permite modificar la velocidad y el par de arranque, así como el reducir la corriente de arranque.

(Hughes & Drury, 2013)

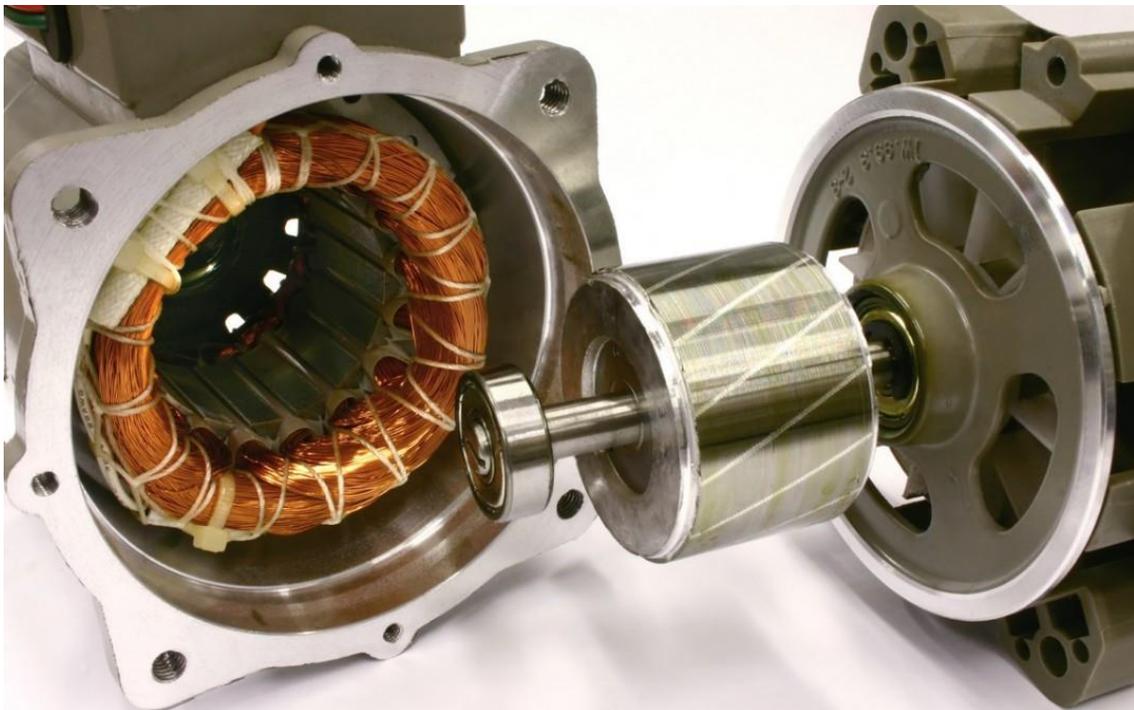


Ilustración 3 Motor de Rotor Bobinado

Fuente: (BOMOHS, 2014)

3.3 Conexión y Arranque de Motores

Para la conexión de estos motores tenemos dos tipos

- a) Estrella
- b) Delta

3.3.1 Conexión Estrella

La conexión estrella o "Y" lleva tres fuentes de voltaje a un punto común. En algunos casos, se conecta un cuarto cable de neutro al mismo punto para aliviar problemas si una de las fuentes de voltaje falla y queda desconectada.

(Rodriguez, 2018)

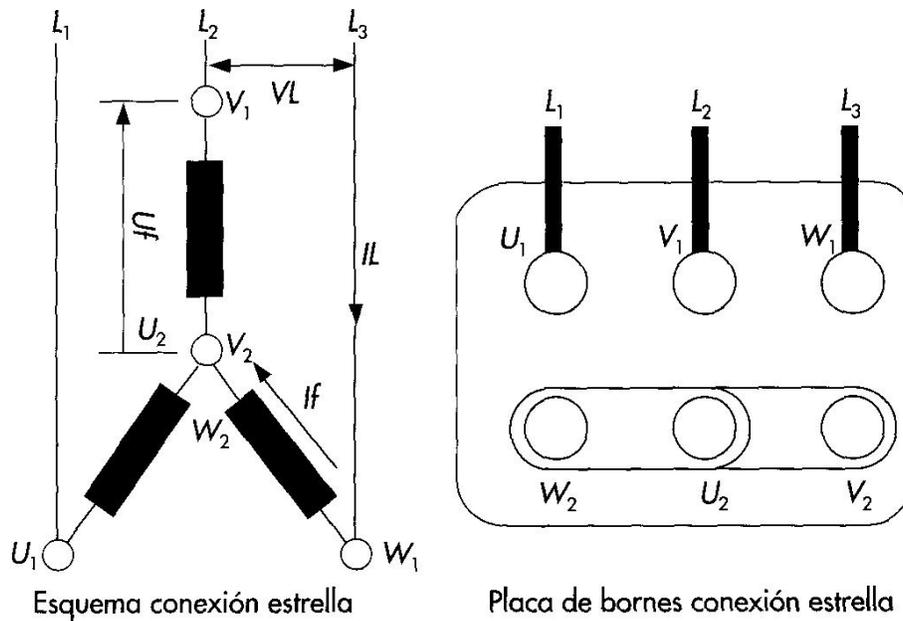


Ilustración 4 Conexión Estrella

Fuente: (INESEM, 2018)

3.3.2 Conexión Delta

La conexión delta se llama así debido a su parecido con el signo griego "delta", que parece un triángulo. En tal configuración cada lado del triángulo contiene una fuente de voltaje y no existe una conexión de un punto común. Debido a esta configuración, no existe la necesidad de un cable neutro, ya que una de las fuentes podría fallar quedando desconectada sin afectar la corriente o voltaje en el sistema.

(Rodríguez, 2018)

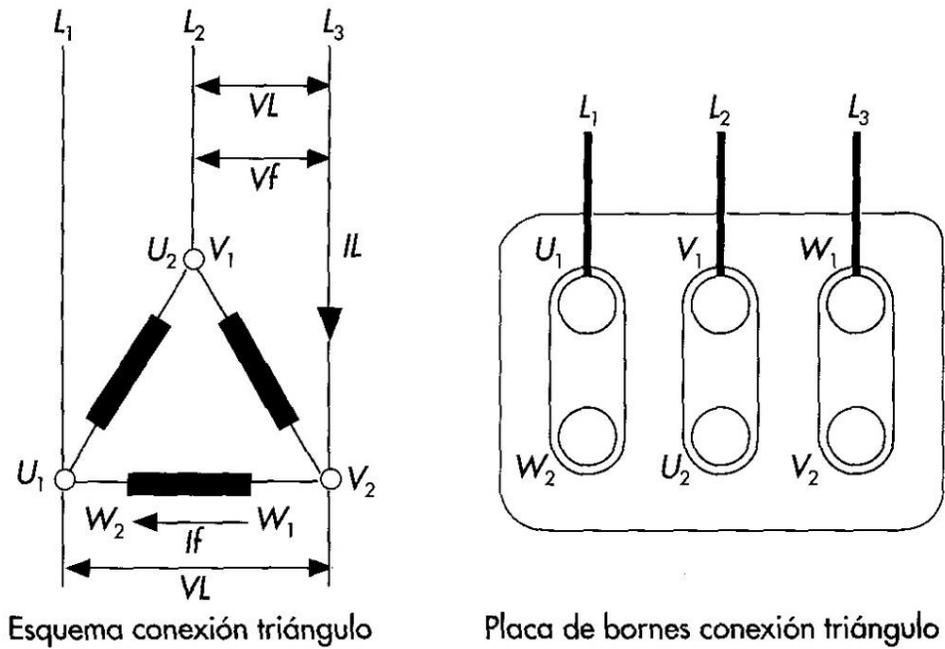


Ilustración 5 Conexión Delta

Fuente: (INESEM, 2018)

3.3.3 Conexión Estrella Delta

La conexión en estrella - triángulo es un circuito para un motor polifásico, que se emplea para lograr un rendimiento óptimo en el momento del arranque. Por ejemplo, en el caso de un motor polifásico, utilizado para la puesta en marcha de turbinas de ventilación de grandes dimensiones con un peso elevado, que deben desarrollar una rotación final de alta velocidad, hay que conectar ese motor polifásico con un circuito que permita cumplir con los requerimientos de trabajo. Se observa que a los motores que poseen mucha carga mecánica, como el ejemplo anterior, les cuesta comenzar a cargar, girar y terminar de desarrollar su velocidad final. Para contrarrestar este efecto, se cuenta con la conexión estrella-triángulo.

(MCINTYRE, 2003)

3.4 Bomba Hidráulica

Una bomba hidráulica o bomba de agua es una máquina generadora que transforma la energía con la que es accionada (generalmente energía mecánica) en energía del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión a otra de mayor presión.

(De La Heras, 2011)

3.4.1 Tipos de bombas

1. *Bombas Volumétricas*: e funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada ciclo el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada. En caso de poder variar el volumen máximo de la cilindrada se habla de bombas de volumen variable. Si ese volumen no se puede variar, entonces se dice que la bomba es de volumen fijo.



Ilustración 6 Bomba Volumétrica

Fuente: (BOMOHSA, 2018)

Estas bombas volumétricas a la vez se dividen en las siguientes.

- Bombas de émbolo alternativo: en las que existe uno o varios compartimentos fijos, pero de volumen variable, por la acción de un émbolo o de una membrana. En estas máquinas, el movimiento del fluido es discontinuo y los procesos de carga y descarga se realizan por válvulas que abren y cierran alternativamente. Algunos ejemplos de este tipo de bombas son la bomba alternativa de pistón, la bomba rotativa de pistones o la bomba pistones de accionamiento axial.
 - Bombas volumétricas rotativas: en las que una masa fluida es confinada en uno o varios compartimentos que se desplazan desde la zona de entrada (de baja presión) hasta la zona de salida (de alta presión) de la máquina. Algunos ejemplos de este tipo de máquinas son la bomba de paletas, la bomba de lóbulos, la bomba de engranajes, la bomba de tornillo o la bomba peristáltica.
2. *Bombas Rotodinámicas*: en las que el principio de funcionamiento está basado en el intercambio de cantidad de movimiento entre la máquina y el fluido, aplicando la hidrodinámica. En este tipo de bombas hay uno o varios rodetes con álabes que giran generando un campo de presiones en el fluido.



Ilustración 7 Bomba Rotodinámica

Fuente: (BOMOHS, 2017)

Estas se dividen en las siguientes:

- Radiales o Centrifugas: cuando el movimiento del fluido sigue una trayectoria perpendicular al eje del rodete impulsor.
- Axiales: cuando el fluido pasa por los canales de los álabes siguiendo una trayectoria contenida en un cilindro.
- Diagonales: cuando la trayectoria del fluido se realiza en otra dirección entre las anteriores, es decir, en un cono coaxial con el eje del rodete.

(Pérez Remesal & Renedo Estébanez, 2012)

3.4.2 Tipos de Bomba de Embolo

1. *Bomba Aspirante*: un cilindro que contiene un pistón móvil está conectado con el suministro de agua mediante un tubo. Una válvula bloquea la entrada del tubo al cilindro. La válvula es como una puerta con goznes, que solo se abre hacia arriba, dejando subir, pero no bajar, el agua. Dentro del pistón, hay una segunda válvula que funciona en la misma forma. Cuando se acciona la manivela, el pistón sube. Esto aumenta el volumen existente debajo del pistón, y, por lo tanto, la presión disminuye. La presión del aire normal que actúa sobre la superficie del agua, del pozo, hace subir el líquido por el tubo, franqueando la válvula-que se abre- y lo hace entrar en el cilindro. Cuando el pistón baja, se cierra la primera válvula, y se abre la segunda, que permite que el agua pase a la parte superior del pistón y ocupe el cilindro que está encima de este. El golpe siguiente hacia arriba hace subir el agua a la espita y, al mismo tiempo logra que, entre más agua en el cilindro, por debajo del pistón. La acción continúa mientras el pistón sube y baja.
2. *Bomba Impelente*: La bomba impelente consiste en un cilindro, un pistón y un caño que baja hasta el depósito de agua. Asimismo, tiene una válvula que deja entrar el agua al cilindro, pero no regresar. No hay válvula en el pistón, que es completamente sólido. Desde el extremo inferior del cilindro sale un

segundo tubo que llega hasta una cámara de aire. La entrada a esa cámara es bloqueada por una válvula que deja entrar el agua, pero no salir. Desde el extremo inferior de la cámara de aire, otro caño lleva el agua a un tanque de la azotea o a una manguera.

(Agüera Soriano, 2011)

3.5 Flujómetros

Para la medición volumétrica de un líquido o un gas, para medir su caudal lineal, no lineal o su masa, se emplean flujómetros, instrumentos diseñados especialmente para comprender el comportamiento de los fluidos. Las opciones de flujómetros, medidores de caudal, o medidores de flujo, como también se les conoce, son muy abundantes y se diferencian entre sí por su funcionalidad, el nivel de precisión en las mediciones que ofrecen y por supuesto, en el precio.

(Suhissa, 2017)

3.5.1 Tipos de Flujómetros

En el mercado existen diferentes tipos de flujómetros, pero se puede hacer énfasis en específicamente en los máscos y volumétrico.

1. *Máscos Coriolis*: Los flujómetros máscos Coriolis se han vuelto una de las mejores alternativas en el sector de procesos industriales en los últimos años. Miden directamente el flujo máscico con un alto grado de exactitud, por lo que proporcionan un óptimo control de procesos y un cumplimiento estable de las fórmulas y recetas en los procesos de mezclas, dos factores clave para aumentar la calidad del producto y mejorar la eficiencia de los procesos. Además de la medida directa del caudal máscico, permite las medidas de la densidad y de la temperatura de líquidos y gases, así como el cálculo del caudal volumétrico y la masa, o la concentración del volumen y viscosidad, lo que lo convierte en uno de los instrumentos más poderosos del mercado con un solo equipo.

(KROHNE OIL & GAS, 2017)



Ilustración 8 Flujómetro Másico

Fuente: (Endress Hauser, 2017)

2. *Volumétrico*: Estos medidores volumétricos se encargan de medir el flujo que pasa a través de ellos y a la misma vez se encargan de medir el volumen que estos traen, dependiendo del modelo que este sea puede traer otras opciones como poder medir la temperatura del fluido que esta pasando en la tubería.

(Mott, 2006)



Ilustración 9 Flujómetro Volumétrico

Fuente: (Endress Hauser, 2017)

3.5.2 Ventajas e Inconvenientes de Flujómetros.

Ventajas:

- Ofrecen una excelente repetibilidad a corto plazo.
- Algunos modelos presentan un amplio campo de valores de medida y un buen comportamiento lineal.
- Disponen de salida digital tanto para la cantidad total del caudal como para la velocidad del fluido.
- Hay modelos de diseño compacto para velocidades de caudal establecidas.
- Ofrecen alta exactitud en determinadas condiciones (de campo de valores de medida, de viscosidad).
- La temperatura y la presión no imponen virtualmente límites de usabilidad.
- Alta fidelidad y resultados positivos en aplicaciones de fluidos lubricantes.
- Permiten la medición con fluidos agresivos y fluidos no conductores, incluidos los gases.
- Pérdidas de carga bajas.
- Ofrecen una respuesta puntual excelente.

Inconvenientes:

- Requieren tramos de entrada y de salida largos (20 veces el diámetro nominal para los tramos de entrada y 5 veces para los de salida, respectivamente).
- Los vórtices en el flujo les afectan fácilmente (esta situación se puede rectificar con acondicionadores de flujo).
- El desgaste de los pivotes (en general, por velocidades del fluido demasiado altas) causa desviaciones en la ejecución de estos caudalímetros y reduce su vida operativa.

- Los modelos de pequeño tamaño presentan limitaciones en su campo de valores de medida.
- Los fluidos pulsantes afectan a su correcto funcionamiento. En general, los valores dados por el caudalímetro en estos casos suelen ser demasiado altos.
- Si el fluido contiene partículas sólidas intrusas (caída de presión) es necesario un filtro corriente arriba.
- Todo el equipo ha de estar perfectamente limpio antes de iniciar los trabajos en el sistema (eliminar las virutas de soldadura, etc.).

(Maron & Laukkanen, 2012)

3.6 Termómetros.

Es un instrumento de medición de temperatura. Desde su invención ha evolucionado mucho, principalmente a partir del desarrollo de los termómetros electrónicos digitales.

(Cengel, 2015)

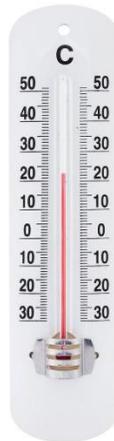


Ilustración 10 Termómetro.

Fuente: (Amazon, 2017)

3.7 Balanzas

Es un instrumento que sirve para medir la masa de los objetos.

Es una palanca de primer grado de brazos iguales que, mediante el establecimiento de una situación de equilibrio entre los pesos de dos cuerpos, permite comparar masas.

Para realizar las mediciones se utilizan patrones de masa cuyo grado de exactitud depende de la precisión del instrumento. Al igual que en una romana, pero a diferencia de una báscula o un dinamómetro, los resultados de las mediciones no varían con la magnitud de la gravedad.

(A&D Weighing, 2018)



Ilustración 11 Balanza Digital.

Fuente: (A&D Weighing, 2018)

3.8 Metrología

Es la ciencia de la medida. Tiene por objetivo el estudio de los sistemas de medida en cualquier campo de la ciencia. También tiene como objetivo indirecto que se cumpla con la calidad. Tiene dos características muy importantes el resultado de la medición y la incertidumbre de medida. Los físicos y las industrias utilizan una gran variedad de instrumentos para llevar a cabo sus mediciones. Desde objetos sencillos como reglas y cronómetros, hasta potentes microscopios, medidores de láser e incluso avanzadas computadoras muy precisas.

(EcuRed, 2018)

Isaula, (2018) Garantizar las mediciones es la principal función de la metrología industrial. Por tanto, es de vital importancia asegurar que los resultados sean confiables. La confiabilidad de las mediciones se demuestra a través del respaldo de la competencia técnica de los laboratorios de calibración evaluada por terceros, asegurando así la protección al consumidor final y la competencia justa entre competidores.

3.8.1 Calibración

Es comparar, el valor de una cantidad medida por el equipo con el valor de la misma cantidad proporcionada por un patrón de medida. Por ejemplo, un tornillo micrométrico puede calibrarse por un conjunto de bloques calibradores estándar, y para calibrar un instrumento de peso se utiliza un conjunto de pesos estándar. La comparación con patrones revela si la exactitud del equipo de medida está dentro de las tolerancias especificadas por el fabricante o dentro de los márgenes de error prescrito. Especialistas en el área recomiendan realizar una recalibración a los equipos después de una sobre carga, bien sea mecánica o eléctrica, o después de que el equipo haya sufrido un golpe, vibración o alguna manipulación incorrecta. Algunos instrumentos, como los matraces de cristal graduados, no necesitan la recalibración porque mantiene sus propiedades metrológicas a no ser que se rompa el cristal.

(PANDRH, 2002)

3.8.2 Metrología Industrial

Esta disciplina se centra en las medidas aplicadas a la producción y el control de la Calidad. Materias típicas son los procedimientos e intervalos de calibración, el control de los procesos de medición y la gestión de los equipos de medida. El término se utiliza frecuentemente para describir las actividades metrológicas que se llevan a cabo en materia industrial, podríamos decir que es la parte de ayuda a la industria. En la Metrología industrial la persona tiene la alternativa de poder mandar su instrumento y equipo a verificarlo bien sea, en el

país o en el exterior. Tiene posibilidades de controlar más este sector, la metrología industrial ayuda a la industria en su producción, aquí se distribuye el costo, la ganancia.

(Guardado, Mitani, & Pérez Castorena, 2010)

Madrid, (2018) Afirma: "La metrología industrial garantiza la calibración, el control y el mantenimiento adecuado de todos los equipos de medición empleados en los procesos de producción, en la inspección y en las pruebas y ensayos. Promueve la competitividad industrial a través de la mejora permanente de las mediciones que inciden en la calidad del producto."

IV. Metodología

Las variables como aspectos de los problemas de investigación que expresan un conjunto de propiedades, cualidades y características observables de las unidades de análisis, tal como individuos, grupos sociales, hechos procesos y fenómenos sociales y naturales.

(Carrasco Diaz, 2006)

4.1 Variables de Investigación

Estas se pueden dividir en independientes y dependientes. La variable que manipula el experimentador recibe el nombre de variable independiente. El objeto, proceso o característica a estudiar y que modifica su estado con la modificación de la variable independiente se llama variable dependiente.

(Echegoyen Olleta, 2012)

4.1.1 Variable Dependiente

Como variable dependiente se utilizaron los valores medidos a través de la metrología en los equipos de medición como balanzas y termómetros.

4.1.2 Variable Independiente

Para la variable independiente se utilizaron los patrones de pesas y lector de temperatura para poder corregir y/o verificar que los valores que se presentaban en los equipos de medición eran los correctos.

4.2 Enfoques y Métodos

El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, en una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema, o para responder a preguntas de investigación de un planteamiento del problema.

(Tashakkori & Teddlie, 2010)

- Enfoques Cuantitativos: mediante la metrología y obtención de datos se logró verificar y corregir los valores que generaban los equipos de medición.
- Enfoques Cualitativos: Se conto con la supervisión del ingeniero metrólogo de la empresa para poder llevar acabo la verificación de los equipos ya que él contaba con la experiencia y equipo necesario.

4.3 Técnicas e Instrumentos Aplicados

4.3.1 Técnicas Aplicadas

Para la elaboración de metrología se aplicaron las técnicas recomendadas por encargado de la metrología.

Para las balanzas se utilizaban pesas llamadas patrones las cuales tenían un peso específico y ese peso se encontraba certificado. Una vez con los patrones de diferentes pesos estos se colocaban en cinco puntos específicos de la balanza para comprobar que estuviera dando el valor correcto si este no era el correcto se procedía a calibrarla mediante una opción en la balanza.

Para los termómetros de igual manera se utilizaba un patrón que media la temperatura marca fluke. A diferencia de las balanzas este solo se media hasta que el patrón estabilizara su lectura y diera la misma que el termómetro, si este era diferente se procedía a cambiar el termómetro.

4.3.2 Instrumentos Aplicados

Los instrumentos aplicados para la metrología fueron un set de pesas certificados para poder medir las mediciones de estas y un lector de temperatura digital marca fluke.

4.4 Fuentes de Información

Como fuente de información se utilizaron únicamente los manuales de los instrumentos aplicados de los equipos a calibrar.

4.5 Cronograma de Actividades

En el siguiente cuadro se muestran las actividades a realizadas durante la elaboración de la practica profesional.

Tabla 1 Cronograma de Actividades

Cronograma de Actividades										
Actividades	Semanas									
	S1	S 2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Reparacion de Bomba	■					■				
Reparacion de Motor		■		■	■			■		■
Instalacion de Flujometro	■		■					■		
Metrologia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Reparacion de Ultrabag (Area Solidos)						■	■			
Reparacion de llenadora Solpack (Area Yogurt)			■		■			■		
Revision de PLC Empaquetadora (Area Liquidos)										
Reparacion de Generador								■	■	
Revision de Homogenizador (Area Liquidos)						■				

Fuente: (Elaboración Propia)

V. Descripción del Trabajo Desarrollado

5.1 Trabajos Desarrollados

Para la elaboración de los trabajos que se realizaron durante el tiempo practica profesional constaron en diferentes actividades que se explicaran a continuación.

Semana 1

Se realizaron actividades de reparación de bomba la cual se encontraba recalentada debido a que la ventiladora no estaba funcionando por que esta se había destrabado del eje, se procedió a desmontar la bomba del área de lavado de cestas para poder corregir este inconveniente que hacia que la bomba recalentara. Se realizo la instalación de un flujómetro en el área de asépticos para medir la cantidad de leche que entraba a los tanques de mezcla. Otra actividad fue realizar metrología en termómetros y balanzas ubicados en las cámaras frías, este trabajo constaba en verificar que los equipos estuvieran proporcionando el valor correcto.

Semana 2

En esta semana las actividades principales fueron el revisar un motor de agitador de yogurt el cual se movía demasiado lento debido a que las balineras se encontraban en mal estado, se procedió a desmontar el motor y cambiar las balineras para luego instalarlo nuevamente. Otra actividad fue realizar metrología en las balanzas de sólidos y los termómetros de las cámaras frías de esta misma área.

Semana 3

Durante la semana 3 se realizó la instalación de un flujómetro másico en el área de recibo de leche para tener un mejor control de ciertos datos específicos de la leche como el caudal, volumen, densidad y temperatura. También se procedió a revisar el PLC de una llenadora de yogurt llamada Solpack y se detectó que había filtración de agua y el controlador estaba mojado, se procedió a detener la fuga y se pudo recuperar el controlador sin necesidad de instalar uno nuevo. Por último, durante la semana se realizó metrología de termómetros y balanzas en el área de yogurt.

Semana 4

En esta semana se realizó el desmontaje de dos motores localizados en almacén general los cuales funcionaban como extractores ya que estos se habían quemado, se tuvo que mandar a rebobinar estos motores. De igual manera se realizaron trabajos de metrología en las áreas de yogurt, asépticos y líquidos con termómetros y balanzas.

Semana 5

En la semana 5 se procedió a terminar el trabajo de semana 4 el cual fue instalar nuevamente los motores que se habían mandado a rebobinar los cuales funcionaban como extractores en almacén general, esto se realizó la siguiente semana debido a que el rebobinado que se mando a hacer tardo alrededor de cinco días. Otro trabajo que se realizó durante esa semana fue la revisión de la Solpack de yogurt la misma que se realizó en semana 3 ya que el controlador estaba presentando problemas de que perdía el programa esto fue un problema ocasionado por las filtraciones de agua al panel que se habían presentado unas semanas atrás, así que se procedió a cambiar el PLC. Siempre como las otras semanas se realizaron trabajos de metrología en almacén general con una balanza y con los termómetros de los silos de leche que se encuentran en el área de recibo de leche.

Semana 6

Se presentó un problema en la bomba que saca la leche de los camiones en recibo de leche, esta se había mojado así que se tuvo que cambiar la bomba ya que esta era la solución más rápida ya que esta es un área que no se puede mantener mucho tiempo sin funcionar. También se reparó una máquina llamada ultrabag que se encarga de sellar y absorber el aire de las bolsas de quesillo, esta máquina no estaba sellando debido a que unos de los cables que de la selladora se encontraban rotos, así que se procedió a corregir esto cambiando el cable. Metrología siempre fue una de las actividades en la semana esta se realizó en sala de máquinas con unos manómetros y las cámaras frías de delta donde se guardan los helados, también se realizó calibración de balanzas en líquidos.

Semana 7

Durante la semana 7 la lista de metrología fue un poco más extensa, esa semana se realizaron calibraciones en almacén general, líquidos, asépticos y yogurt. También se volvió a presentar problemas en la ultrabag que presento problemas en la semana 6, el problema era el mismo que no sellaba las bolsas así que se procedió a cambiar el cable en su totalidad debido a que el que tenía estaba bastante maltrato por el tiempo de uso que este tenía.

Semana 8

Durante esta semana se realizaron trabajos de conectar motores en que se encargan de mezclar en máquinas llamadas almix que mezclan los jugos con el azúcar. También se instalo un flujómetro para contabilizar el agua que utilizan en el área de solidos con la diferencia que este contaba con una conexión especial ya que no solo se encargaba de contabilizar el caudal, sino que el operador definía la cantidad de agua que ellos necesitaban y cuando llegaba al punto deseado activaba una electroválvula para poder cerrar el paso al flujo de agua. Se realizaron trabajos de metrología con termómetros y balanzas en líquidos, yogurt y sólidos. Se atendió nuevamente la Solpack de yogurt debido a que esta no arrancaba y se detecto que un puente entre dos relés se encontraba flojo. También se tuvo la oportunidad de trabajar en un generador que se encontraba fuera de uso y debido a la gran demanda que tiene la empresa en energía eléctrica cuando la EEH no se encontraba en operación se necesitaba la reintegración de este generador al sistema nuevamente para poder abastecer más las planta.

Semana 9

Durante la semana 9 solo se realizaron calibración de termómetros y balanzas en las áreas de asépticos, líquidos, sólidos y recibo de leche. De igual manera se siguió trabajando en el generador que se empezó en semana 8.

Semana 10

En semana 10 se reparo un motor de una mezcladora almix que se encontraba consumiendo mas corriente de lo que esta debía debido a que una de sus balineras se encontraba en mal estado. También se realizaron las respectivas calibraciones de la semana de metrología como en todas las semanas estas fueron realizadas en las áreas de líquidos y sólidos.

5.2 Formatos de Calibración Realizados

Para la realización de metrología se realizaron dos formatos de checklist para poder realizar de una manera más ordenada esta tarea.

Estos formatos se realizaron basadas en la forma de verificación de cada uno de sus equipos, para el caso de las balanzas se miden en 5 puntos específicos con una pesa certificada con cierta cantidad de peso y este debería de ser igual en todos los puntos, luego las balanzas tienen una opción de calibración y se procede siempre con las mismas balanzas certificadas a calibrarlas, este proceso se repite un par de veces y se apuntan los datos.

Para los termómetros se tiene un medidor de temperatura certificado marca fluke el cual se deja midiendo en el mismo lugar del termómetro hasta que la medición que marque sea estable, luego esta información se apunta, a diferencia de las balanzas algunos termómetros no tienen la opción de calibrar así que en ese caso se precedería a cambiarlo si es necesario, por lo general esto pasa con los analógicos solo algunos digitales traen la opción de calibración.

Con ayuda del ingeniero encargado de esta tarea los formatos realizados para calibración de termómetros y balanzas fueron las siguientes fueron los siguientes:



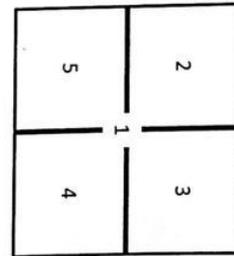
LACTHOSA

Formato Para Resultados de Calibración de Balanzas

Marca:
Modelo:
Serie:
Capacidad:
Area:
T. Inic.(°C):
HR Inic. (%):

Fecha de última calibración:
Fecha de próxima calibración:
Identificación de balanza:

Posiciones para prueba de excentricidad



Prueba de Excentricidad(g)			
Posicion	Valor Nominal	Valor Real	Error
1			
2			
3			
4			
5			

Prueba de Repetibilidad(g)			
Posicion	Valor Nominal	Valor Real	Error
1			
1			
1			
1			
1			

Calibración con pesas diferentes(g)			
Posicion	Valor Nominal	Valor Real	Error
1			
1			
1			
1			
1			

Error = Valor Real – Valor Nominal

Realizado por: Hector Iván Rodríguez Hernández.

Tabla 3 Checklist para termómetros



Formato Para Resultados de Calibración para Termómetros

Nombre de Equipo:
 Localización/Área:
 Marca:
 Modelo:
 Serie:
 Capacidad Nominal:
 División de Escala:

Fecha de última calibración:
 Fecha de próxima calibración:
 Identificación :

Resultados de Calibración (°C)			
Indicación del Patrón	Indicación Instrumento	Error de Indicación	Incertidumbre patrón

Error Previo a Ajuste(°C)			
Indicación del Patrón	Indicación Instrumento	Error de Indicación	Incertidumbre patrón

Realizado por: Hector Iván Rodríguez Hernández.

Fuente: (Lacthosa + Elaboración Propia)

VI. Conclusiones

Según (James & Slater, 2013) "La conclusión debe proporcionar un resumen, sintético pero completo, de la argumentación, las pruebas y los ejemplos consignados en las dos primeras partes del trabajo. Debe relacionar las diversas partes de la argumentación, unir las ideas desarrolladas."

- ✓ Se realizaron mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos dentro de planta de producción.
- ✓ Se realizaron tareas de metrología durante todas las semanas sin excepción alguna.
- ✓ Se creo un formato de checklist para la elaboración de las tareas de calibración y así poder realizarlas de una manera más fácil y ordenada.

VII. Recomendaciones

En el siguiente capítulo se le presentan algunas recomendaciones a la empresa y universidad para seguir mejorando su rendimiento.

7.1 Para la Empresa

- Realizar una mejor distribución del trabajo para que las personas no tengan que atender problemas que no les corresponden y no cargar de trabajo innecesario a alguien mas
- Mantener un mejor control de los operadores ya que muchas veces cuando los operadores lavan el área no tienen cuidado con la maquinaria y la mojan de manera innecesaria trayendo como consecuencia fallas en los equipos.

7.2 Para la Universidad

- Brindar talleres de los nuevos métodos que se manejan en las empresas tal como lo es la metrología.
- Continuar mejorando el equipamiento de los laboratorios de la universidad para que los futuros y actuales estudiantes puedan realizar más trabajos prácticos y puedan seguir ampliando su conocimiento.
- Realizar más visitas técnicas para que los estudiantes puedan familiarizarse un poco con el ambiente que se vive en la industria.

VIII. Bibliografía

- A&D Weighing. (2018). Balanzas. Recuperado de <http://esp.andweighing.com/>
- Agüera Soriano, J. (2011). *Bombas Hidráulicas*. Bogotá: Universidad de Colombia.
Recuperado de <http://www.uco.es/termodinamica/ppt/pdf/fluidos%2012.pdf>
- Carrasco Diaz. (2006). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.
- Cengel, Y. A. (2015). *Termodinámica* (8va ed.). México: MCGRAW-HILL.
- De La Heras, S. (2011). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36653/9788476538937.pdf>
- DE VANDELVIRA, A. (2011). *Sistemas Automáticos de Producción Alimentaria*. J. Garriegos. Recuperado de http://platea.pntic.mec.es/~jgarrigo/SAP/archivos/1eva/introduccion_motores_ca.pdf
- Echegoyen Olleta, J. (2012). *Filosofía Contemporánea* (Edinumen). Madrid.
- EcuRed. (2018). Metrología. Recuperado de <https://www.ecured.cu/Metrolog%C3%ADa>
- Guardado, J. A., Mitani, Y., & Pérez Castorena, A. (2010). LA METROLOGÍA EN LA INDUSTRIA. Recuperado de http://rcm.gov.co/images/Metrocol_2012/9_13_La_metrologia_en_la_industria.pdf
- Hughes, A., & Drury, B. (2013). *Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications*. Londres: NEWNES.
- Isaula, J. (2018). Metrología Fundamental [Universitario]. Recuperado de <https://www.zamorano.edu/2017/11/03/la-metrologia-elemento-clave-la-competitividad-del-pais/>
- James, E. A., & Slater, T. (2013). *Writing your Doctoral Dissertation or Thesis Faster: A Proven Map to Success*. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.

- KROHNE OIL & GAS. (2017). FLUJÓMETROS MÁSCOS TIPO CORIOLIS. Recuperado de <http://www.ic-controls.com/pdf/articulos/Krohne.pdf>
- Madrid, A. (2018). La metrología como elemento clave para la competitividad del país. Recuperado de <https://www.zamorano.edu/2017/11/03/la-metrologia-elemento-clave-la-competitividad-del-pais/>
- Maron, B., & Laukkanen, V. (2012). Calibración de flujómetros en terreno. Recuperado de https://www.cidra.com/sites/default/files/document_library/BI0479-sp_Automining_2012_Maron_onsite_calibration_flow_meter_rev12-Final.pdf
- MCINTYRE, R. L. (2003). *CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS*. Rio de Janeiro: MARCOMBO.
- Mott, R. (2006). *Mecánica de Fluidos* (6ta ed.). México: Pearson Educación. Recuperado de <https://es.slideshare.net/cabobunbury10/mecnica-de-fluidos-aplicadas-6-ed-robert-l-mott>
- PANDRH. (2002). Metrología. Recuperado de http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2008/6_Modulo_METROLOGIA.pdf
- Pérez Remesal, S., & Renedo Estébanez, C. (2012). *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas*. Cantabria: Universidad de Cantabria. Recuperado de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1307/course/section/1605/T08.pdf>
- Rodríguez, M. (2018). Conexión y arranque de los motores trifásico. Recuperado de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/conexion-arranque-motores-trifasico/>
- Sanchez Rodriguez, R., & Contreras, E. (2015). *Diseño y Construcción de un banco de prácticas en motores eléctricos*. Universidad Industrial de Santander, Colombia. Recuperado de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133923.pdf>
- Suhissa. (2017). FLUJÓMETRO: TIPOS DE MEDIDORES DE FLUJO Y APLICACIONES (PARTE 1). Recuperado de <https://suhissa.com.mx/flujometro-tipos-de-medidores-de-flujo-y-aplicaciones-parte-1/>

Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2010). *Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research*. Thousand Oaks: Sage.

Viloria, J. R. (2005). *MOTORES ELECTRICOS: AUTOMATISMOS DE CONTROL* (9na ed.). Madrid: S.A. EDICIONES PARANINFO.