

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería



MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO A PLANTA "DON ZABOR MÉXICO"

TRABAJO PROFESIONAL que para optar por el Título de Ingeniero Mecánico presenta:

SALVADOR MANUEL PARRA GÓMEZ

DIRECTOR: M. C. RAÚL GILBERTO VALDEZ NAVARRO

Ciudad Universitaria, Julio 2015

AGRADECIMIENTOS

Consiente que la culminación de este trabajo, parte de nuestro esfuerzo, agradezco a ustedes mis padres Salvador y Pilar su apoyo incondicional, agradezco todas esas noches de desvelo que iban desde la tarea más sencilla hasta el disfraz más complejo para el festival escolar, tengo presente que esto es solo un paso de los objetivos que me plantearon. Pero sobre todo por ese amor y calidez de la familia a la cual amo.

Gracias Dios por concederme tres hermosas hermanas y esto sirva de base y ejemplo para ellas en sus deseos de superación.

Al Ing. Raúl Valdez, mi asesor de tesis, por su apoyo total, asesorías, consejos y sobre todo por su confianza brindada a mi persona.

A mis profesores: Alejandro Figueroa, por su amistad y su apoyo y consideración cuando más lo necesité en momentos de enfermedad. Espiridión (q.e.p.d.) por su amistad y nobleza, yo sé que desde el cielo estará aprobando esto con orgullo.

Gracias a las personas que de una manera u otra, han sido claves en mi vida profesional, a mi socio y amigo Dante Escorcia, mi amigo Vladimir Ávila, mi amigo Rubén Godínez, mi amigo Manuel Olvera, mi amigo Daniel Estrada.

Salvador

INDICE

INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA “DON ZABOR MÉXICO S.A. DE C.V.”	5
1.1 ANTECEDENTES	
1.2 HISTORIA DE LA EMPRESA	
1.3 MISIÓN, VISIÓN Y POLÍTICA DE CALIDAD	
1.4 ORGANIGRAMA	
CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DESEMPEÑADO EN LA EMPRESA	9
2.1 ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL JEFE DE MANTENIMIENTO DE DON ZABOR MÉXICO.	
CAPÍTULO 3 PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS	12
3.1 INTRODUCCIÓN	
3.2 CÁLCULO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR PARA UNIDAD ENFRIADORA DE AGUA	
3.3 COLOCACIÓN DE SWITCH DE FLUJO DE AGUA EN UNIDAD ENFRIADORA DE AGUA	
3.4 REPARACIÓN DE SELLADORA DE BOLSA	
3.5 PUESTA EN MARCHA DE ENVASADORA AUTOMATICA VERTICAL	
CAPÍTULO 4 PUESTA EN MARCHA DE MÁQUINA ENVASADORA VERTICAL MFD-180	19
4.1 INTRODUCCIÓN	
4.2 DESARROLLO Y EJECUCIÓN	
4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS	
RESULTADOS Y CONCLUSIONES	24
BIBLIOGRAFÍA	25
APÉNDICE DE PLANOS Y DIAGRAMA	

INTRODUCCIÓN

Don Zabor México inicia sus operaciones en el año 2002, con una bodega ubicada en la Central de Abasto de la Ciudad de México, siendo su principal actividad o giro, la venta de chiles, especias, semillas y granos. Más tarde se convertiría en una empresa cuya función es acondicionar estos productos para la venta en tiendas de autoservicio en toda la República Mexicana.

La demanda de dichos productos, sobre todo en temporadas de alto consumo de alimentos como es Navidad y Fiestas Patrias, impulsó a la empresa a automatizar los procesos de producción, a sustituir la mano de obra humana por maquinaria y equipo.

En este reporte se explica el procedimiento llevado a cabo para desempeñar acciones de automatización y mantenimiento en las líneas de producción de la planta siempre apeándose a las Normas Oficiales Mexicanas. En el capítulo uno doy a conocer las generalidades de la empresa, sus antecedentes, historia, misión, visión, política de calidad y el organigrama. En el capítulo dos describo el puesto que desempeño y las funciones que realice dentro de la empresa. En el capítulo tres muestro evidencia de mi participación en proyectos dentro de la planta así como la aplicación de la ingeniería dentro de estos. Por último en el capítulo cuatro se detalla la puesta en marcha de una máquina envasadora.

Es sustancial señalar que la importancia de este reporte, radica en la aplicación de los conocimientos adquiridos, que la Facultad de Ingeniería me brindó como estudiante de Ingeniería Mecánica, los cuales me han formado un criterio para poder resolver eventualidades que se puedan presentar en esta empresa.

Durante el periodo de junio de 2014 a junio de 2015, he realizado más de 500 operaciones (mantenimiento, puesta en marcha, calibración, instalación) de maquinaria de empaque, entre la que destaca la puesta en Marcha de una empaquetadora horizontal MFD-180 cuyos detalles se explicarán más adelante.

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LA EMPRESA “DON ZABOR MÉXICO”

1.1 ANTECEDENTES

El hombre a través del tiempo ha tenido una gran lista de competidores en el consumo de los alimentos que él produce, como son roedores, insectos y bacterias, los cuales producen pérdidas en varias etapas de producción: cultivo, cosecha, procesamiento, almacenamiento, transporte y venta de los alimentos.

Cuando a un microorganismo le es permitido crecer en el alimento, se inicia los procesos de deterioro, tales como putrefacción, fermentación o crecimiento de hongos. Los cuales pueden afectar los alimentos y dejar sus toxinas u otras sustancias indeseables, causando enfermedades y hasta la muerte. En ese caso el empaque o envase previene el deterioro, asegurando así un consumo del producto sin consecuencias de salud posteriores.

El uso de empaques tenía mucho que ver con el concepto de supervivencia, pero en el medio moderno, no sólo es supervivencia sino también disponibilidad del producto durante todo el año, independientemente de la estación de cosecha o producción.

El costo del empaque es mínimo, comparado con el valor del producto que está siendo protegido. Si el envase o embalaje permite que el producto sea distribuido al consumidor en una forma útil y que no se rompa, dañe o inutilice a lo largo del camino, entonces la investigación en el embalaje es dinero bien gastado.

Un envase o empaque de alimentos es una estructura diseñada para contener un producto alimenticio en orden a:

- (a) Hacer más fácil y seguro su transporte.
- (b) Proteger al producto de la contaminación o pérdida.
- (c) Proteger al producto del daño y degradación.

La adición de impresiones u otra decoración en el exterior del empaque o envase sirve para:

- (a) Identificar los contenidos cualitativa o cuantitativamente.
- (b) Para identificar la marca del productor y el grado de calidad.
- (c) Para atraer la atención del cliente.
- (d) Para persuadir al cliente que compre.
- (e) Para instruir al comprador en cómo debe usar el producto.

1.1.1 Historia del empaqueo

El hombre en la época paleolítica consumía los productos tal como los encontraba y usaba empaques naturales tales como: troncos de árbol, rocas con huecos, conchas marinas, hojas, etc. y cuando se modernizó comenzó a usar productos provenientes de animales tales como: pieles, pelos, vejiga, etc.

El hombre mesolítico almacenaba sus alimentos en recipientes parecidos a canastas, el hombre neolítico usaba recipientes metálicos y de cerámica (vasijas de barro cocido), estos produjeron un gran número de vasijas de barro o arcilla de formas y tamaños diversos.

El vidrio no fue conocido hasta 1,500 a.C. En el año 79 d.C. los romanos usaban botellas de vidrio, pero debido a su fragilidad preferían los sacos de cuero para llevar grandes cantidades de líquidos y sólidos [1].

A continuación, en la tabla 1 se hace una relación de los materiales y sus formas de uso en la antigüedad.

Tabla1. Materiales para empaque.

MATERIALES	EMPACADO Y FORMAS DE USO
Piel	Bolsas, botellas
Tela	Sacos
Madera	Barriles y cajas
Piedra	Pequeñas jarras
Metal	Vasos
Vidrio	Botellas, vasos y frascos

A continuación se listan algunos materiales de empaque más importantes y su origen.

- PAPEL, origen en Egipto o Grecia en 500 A.C.
- VIDRIO, deriva de la cerámica (11,200 A.C) en Egipto, Roma y Venecia.
- ALUMINIO, se empezó a utilizar en 1,852 y en 1,886, se obtuvieron nuevos productos y procesos.
- HOJALATA O LATON, se comenzó a utilizar en 1,200 de nuestra era.
- PLASTICOS, salió a luz en una exposición en 1862 y en 1870 fue patentado el celuloide una mezcla de nitrato de celulosa y alcanfor. Las películas de celulosa fueron introducidas en 1924.

1.2 HISTORIA DE LA EMPRESA

Don Zabor México es una empresa que surge en el 2002, bajo la iniciativa del actual dueño, el señor Jaime Vázquez Cortés, iniciándose en una bodega ubicada en el pasillo "L" de la Central de Abasto de la Ciudad de México. La actividad de este negocio, consistía en la venta directa al público de chiles secos y ajos, los cuales se vendían únicamente a granel.

A través del curso de los meses, se registra la marca y se crea un logotipo, con la idea de etiquetar el producto en pequeñas presentaciones teniendo un éxito rotundo.

El crecimiento de la empresa provocó que esta se mudara a la zona de transferencias de la Central de Abasto en el año de 2008, contando ya con productos como jamaica, tamarindo y nueces en su distribución. Una vez instalados en este nuevo lugar, se adquieren máquinas selectoras de jamaica y granos, así como selladoras automáticas para satisfacer la necesidad de rápida producción.

Hoy en día la empresa surte de una amplia gama de productos entre los que destacan: chiles, chiles desvenados, jamaica, ajos, tamarindo, nuez, almendra, entre otros; teniendo como principal mercado la cadena de autoservicios de Wal-Mart (Wal-Mart, Bodega Aurrera, Bodega Aurrera Express, Superama, Super San Francisco), Soriana, Vip's, Toks entre otros.

Es una empresa que cuenta con una nómina de 207 trabajadores entre ayudantes generales, choferes, ingenieros, administrativos y otros, además de ser también maquiladora de marcas propias (Great Value, Aurrera, Golden Hills), obteniendo premios y galardones como el mejor proveedor de Wal-Mart en el año 2011.

Se tiene una línea de producción totalmente automatizada, la cual se puede ajustar y calibrar acorde al tipo de producto necesario, considerando volúmenes, formas y raciones. La Figura 1 muestra el *Lay Out* de la maquinaria en Don Zabor.

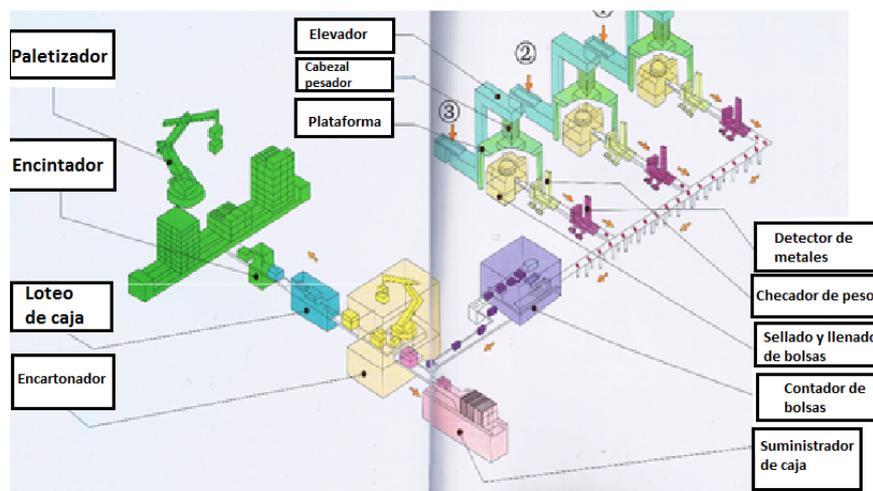


Figura 1 Lay Out de Maquinaria en Don Zabor.

1.3 MISION, VISIÓN Y POLÍTICA DE CALIDAD

Misión

Satisfacer la demanda que tienen nuestros consumidores de alimentos sanos que garanticen su salud, dándoles un gran valor agregado al proporcionarles productos de primera calidad al mejor precio.

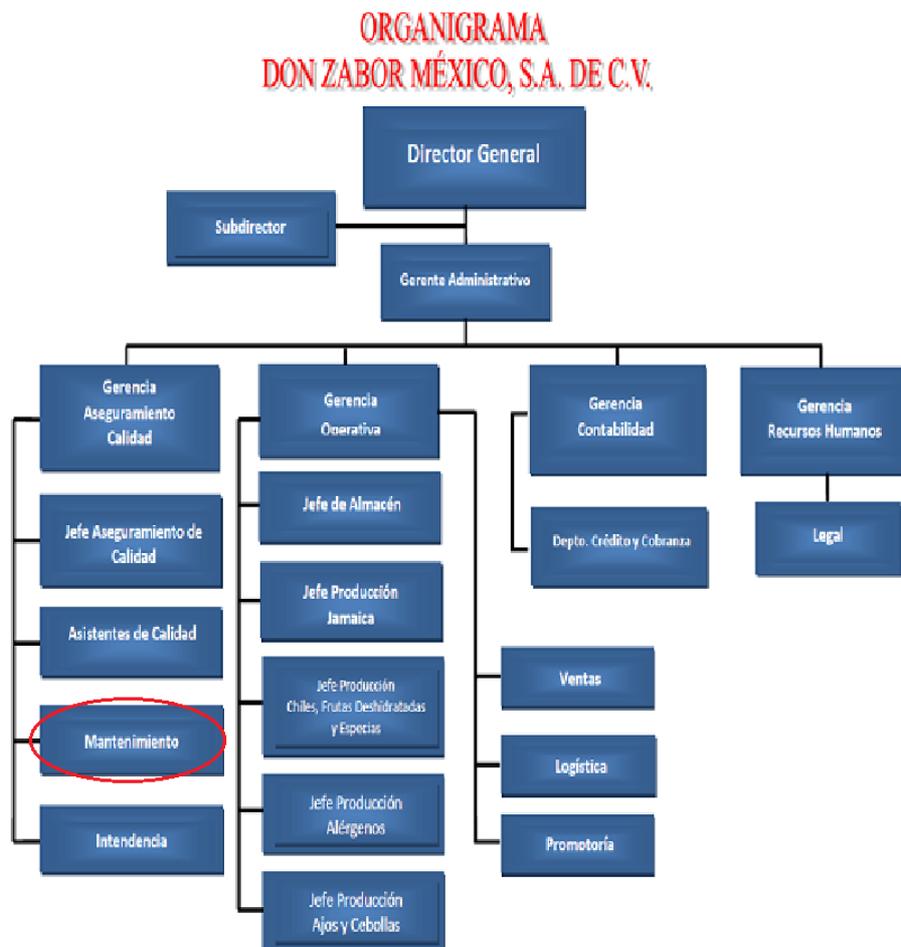
Visión

Posicionarnos en el gusto de los consumidores por nuestro servicio de entrega y por la calidad e inocuidad de nuestros productos secos a nivel nacional e internacional.

Política de Calidad

En Don Zabor México nos esforzamos día a día aplicando los más altos estándares de calidad, para satisfacer las necesidades de nuestros consumidores, garantizándoles inocuidad en todos nuestros productos para salvaguardar su salud y estableciendo un compromiso de mejora continua.

1.4 ORGANIGRAMA



CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DESEMPEÑADO EN LA EMPRESA

2.1 ACTIVIDADES REALIZADAS DEL INGENIERO, JEFE DE MANTEIMIENTO EN DON ZABOR MÉXICO.

El ingeniero de mantenimiento de la planta Don Zabor, fundamenta su trabajo con los conocimientos adquiridos en diversas áreas de ingeniería, entre las que destacan: Mecánica de Materiales, Manufactura, Diseño de Elementos de Máquina, Desarrollo Empresarial, Termodinámica, Electricidad y Magnetismo, Análisis de Circuitos, Electrónica, Instrumentación y Control, entre otras.

Se requiere de habilidades de liderazgo, toma de decisiones, manejo de personal, trabajo bajo presión, pronta resolución de eventualidades, manejo correcto de información confidencial y amplio conocimiento en la normatividad vigente.

2.1.1 Responsabilidades del ingeniero de mantenimiento

° Puesta en marcha de la planta, encendido del equipo y maquinaria como es: compresor principal de alimentación de red neumática, máquinas selectoras de flores y semillas, unidades enfriadoras de agua, selladoras automáticas de bolsas de polipropileno, bandas de transporte, elevadores de carga, máquinas empaquetadoras horizontales y verticales, formadoras de caja, detectores de metal y peletizadoras.

° Monitoreo del correcto funcionamiento de la maquinaria y/o equipo de trabajo, realizando rondines programados a diversas horas del día. Llevando una bitácora de operación, con la cual es posible, programar el mantenimiento cuando así sea necesario.

° Realizar el mantenimiento correctivo y preventivo al equipo y/o maquinaria de la planta, teniendo un control de la herramienta e insumos de trabajo permitidos por los manuales y procedimientos internos de la empresa considerando las repercusiones cualitativas y cuantitativas en una demora no prevista conforme a lo planeado en la línea de producción, salvaguardando la integridad del personal que colabore o realice funciones dentro del área de manufactura. Al tratarse de una empresa alimenticia, el manejo de plástico rígido, metales o sustancias que no sean de grado alimenticio, se convierte en un punto crítico para salvaguardar la salud del consumidor, con apego total a las normas de calidad e inocuidad alimenticia. Toda acción de mantenimiento debe ser considerada permanente, siendo indebidas las reparaciones temporales. En la Figura 2 se puede apreciar la reparación que realicé a las guías axiales del sistema de apertura de bolsas, estas se salieron de su posición debido a un mal uso por parte del operador.



Figura 2 Guías de apertura de bolsa fuera de posición.

- ° Proponer mejoras tecnológicas para optimizar los procesos, considerando los factores que determinan la producción, como son: disponibilidad de materia prima, tiempos de ejecución, áreas de almacenamiento de producto terminado y materia prima, liquidez de la empresa entre otros.
- ° Ajustar y calibrar la maquinaria para su óptimo funcionamiento, sustituyendo aquellos elementos que en la maquinaria pudieran fallar por diferentes motivos, tales como: vida útil, fatiga o fallas causadas por una operación incorrecta. Estos ajustes precisan el estudio de los manuales de operación del equipo.
- ° Instrumentar los puntos críticos en la línea de producción, con el fin de controlar las variables involucradas en la producción, tales como: presión, temperatura, corriente e intensidad eléctrica, masa, humedad, entre otras. En las Figuras 3 y 4 se puede apreciar la instalación de manómetros y controles de temperatura que realicé para tener mejor control del proceso de llenado de bolsas automatizado.



Figura 3 Instalación de manómetros.



Figura 4 Instalación de controles de temperatura.

° Capacitar a los operadores, explicando el principio de operación de la maquinaria. Así como darles instrucciones a seguir si se presentase una eventualidad con el equipo. Concientizarlos de los riesgos que conlleva una mala operación.

° Acudir a conferencias y exposiciones donde se muestre el panorama general actual de la industria empaquetadora de alimentos, con el propósito de tomar la mejor decisión en la adquisición de nueva maquinaria que se apegue a las necesidades de la empresa y le permita estar a la vanguardia.

° Selección de insumos adecuados para la maquinaria, es decir, material de empaque como son: bolsa de polipropileno, zipper, caja de cartón corrugado, cinta adhesiva, tinta para lotificado, cinta para lotificado, así como lubricantes grado alimenticio ya sean en grasa, aceite o aerosol. En la Figura 5 se muestra una bobina de polipropileno que seleccioné de acuerdo al calibre y material para su óptimo funcionamiento.

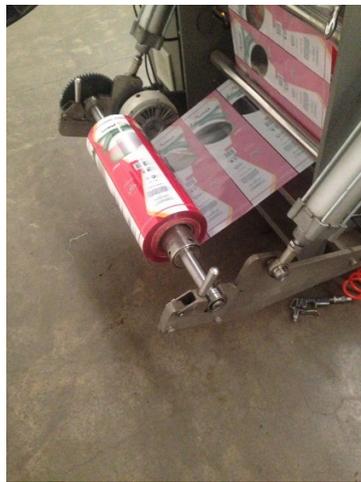


Figura 5 Bobina de Polipropileno instalada.

° Participar en juntas directivas de la empresa, con el fin de que para el mejor desarrollo de ésta se tome en cuenta la capacidad de producción de su maquinaria.

° Realizar análisis comparativo de las condiciones de la maquinaria y/o equipo, incluyendo los gastos asignados al mantenimiento de estos.

CAPÍTULO 3: PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS

Como Jefe de Mantenimiento en Don Zabor México, he participado en diversos proyectos con diferentes complejidades, es responsabilidad del Jefe de Mantenimiento cualquier reparación al equipo y/o maquinaria. Así mismo, cuando se instala un equipo nuevo, debe estar al pendiente de la instalación y arranque de este, así como que la capacitación del personal que vaya a operar el equipo sea la correcta.

La diversidad de proyectos recae en múltiples disciplinas, entre las que destacan la mecánica de materiales, diseño de elementos máquina y termodinámica.

A continuación se explicará a detalle cuatro de esos proyectos los cuales han sido los más significativos.

3.1 CÁLCULO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR PARA UNIDAD ENFRIADORA DE AGUA

Introducción: La planta cuenta con una selectora de Jamaica marca KEY TECH, la cual debe ser enfriada durante todo el tiempo de operación mediante una unidad enfriadora de agua o "chealler". Esta unidad es la encargada de disminuir 5° C la temperatura del agua, por medio de un ciclo de refrigeración. Está conformada por un depósito de agua, un compresor, un evaporador, un condensador, un intercambiador de calor, un termopar y un sistema de control con reloj.

Objetivo: Calcular la transferencia de calor dentro del intercambiador para poder seleccionar el más adecuado y lograr que la unidad enfriadora de agua sea capaz de disminuir 5° C la temperatura del flujo.

Identificación del problema: La unidad enfriadora de agua no es apta para bajar la temperatura 5° C, lo que provoca que se accione la alarma continuamente de la máquina selectora marca "KEY" modelo Optix Raptor.

El intercambiador de calor de placas se encuentra fracturado internamente. Se debe remplazar.

Datos:

Diferencia de temperatura deseada: 6 [° C]

Refrigerante: Freón 22

Capacidad Calorífica del Agua: $1 \left[\frac{\text{cal}}{\text{Kg}} \right]$

Calor Específico del Agua: $4.19 \left[\frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \right]$

Temperaturas de operación del intercambiador de calor:

Temperatura de Agua a la entrada: $T_1 = 15 \text{ [}^\circ\text{C]} = 288 \text{ [K]}$

Temperatura de Agua a la salida: $T_2 = 9 \text{ [}^\circ\text{C]} = 282 \text{ [K]}$

Flujo de Agua: $0.8985 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{s}} \right]$



Esquema 1.- Intercambiador de calor con flujos de agua y refrigerante.

Ocupando la fórmula para obtener la transferencia de calor correspondiente [2].

$$q = \dot{m} C_p \Delta T \dots \text{Ec.1}$$

Donde:

q = calor transferido

\dot{m} = flujo másico

C_p = Calor específico

ΔT = Diferencia de temperaturas

Sustituyendo los datos obtenidos en la Ec. 1, tenemos que:

$$q = \dot{m}_{H_2O} * C_{P_{H_2O}} * \Delta T \dots \text{Ec.2}$$

$$q = 0.8985 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \left[4.19 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg K}} \right] [6\text{K}] \dots \text{Ec.3}$$

$$q = 3.7648 \left[\frac{\text{KJ}}{\text{s}} \right]$$

Considerando que 1 caloría = 4.1868 Joules

$$q = 899.21 \left[\frac{\text{cal}}{\text{s}} \right]$$

Con este resultado es posible seleccionar el intercambiador de calor correcto, ya que se sabe cuál debe ser la transferencia de calor requerida para generar la diferencia de temperaturas en el agua deseadas.

3.2 COLOCACIÓN DE SWITCH DE FLUJO DE AGUA EN UNIDAD ENFRIADORA DE AGUA

Introducción: La unidad enfriadora de agua de la cual se hizo mención anteriormente, no trabaja de forma continua, una vez que se alcanza la temperatura programada (ALTA), el compresor arranca de manera automática, para que una vez alcanzada la temperatura requerida (BAJA); este para su funcionamiento.

Objetivo: Evitar que el intercambiador de calor no colapse ante los choques térmicos que se presentan en el interior de sus placas.

Identificación del problema: El intercambiador de calor sufre de un choque térmico en su interior. En algunas ocasiones, la máquina selectora KEY no devuelve de forma continua el agua a la unidad enfriadora; cuando esto sucede, en el interior del intercambiador de calor de placas, únicamente circula el Freón 22 a baja temperatura llenado de escarcha (humedad del aire retenida) el intercambiador de calor. Ahora bien, cuando la selectora KEY envía agua a la unidad enfriadora, esta viene caliente y al hacer contacto con el intercambiador se provoca un choque térmico, colapsando las placas internas y por ende se mezclan los flujos. Al mezclarse los flujos queda totalmente averiado el sistema enfriador de agua.

Solución: Empleando mis conocimientos y realizando un análisis para poder identificar el problema descrito anteriormente, llegué a la conclusión que el sistema enfriador debe parar cuando la máquina selectora KEY no le suministre agua, sin importar las temperaturas y condiciones de esta. La solución que propuse, consistió en colocar un switch electrónico de flujo de agua en la unidad enfriadora, el cual, por medio de unas paletas mecánicas se activa ante el flujo de agua, cuando esta deja de circular por la tubería, la paleta retorna a su posición original, emitiendo una señal de aviso al compresor que detenga su funcionamiento. Con la colocación de este switch, se ha evitado que el intercambiador colapse, significando una ganancia económica considerable, ya que este era remplazado continuamente. El intercambiador de calor fue recubierto por un aislante térmico, porque lo sugerí como una medida para evitar que se congele el agua contenida en la humedad del ambiente. En la Figura 6 se puede observar que el equipo ya mantiene las presiones de operación adecuadas.



Figura 6 Medidores de presión conectados al enfriador.

3.3 REPARACIÓN DE SELLADORA DE BOLSA

Introducción: La planta cuenta con 5 selladoras de bolsa, las cuales por medio de un disco caliente accionado por una resistencia eléctrica y un disco frío dan el sellado a bolsas de polipropileno. La fuente motriz de estas selladoras es un motor de $\frac{1}{2}$ [hp], que a través de un sistema de transmisión de potencia dan movimiento a dos bandas que transportan las bolsas a lo largo del proceso.

Identificación del problema: La máquina selladora presenta mucha vibración, y al tener vibración las bolsas no se sellan de manera uniforme y el codificado (número de lote y fecha de caducidad no es claro.

Objetivo: Quitar la vibración de la selladora, identificando la falla que la ocasiona.

Solución del problema:

Como primer paso analicé todo el equipo, recabé todas las órdenes de mantenimiento correctivo y preventivo a esta selladora y me cercioré que ninguna falla anterior tuviera que ver con la actual o se esté repitiendo la misma falla.

Ahora bien, revisé los niveles de lubricación de los puntos críticos de fricción, es decir, rodamientos, engranes, coronas y cadenas de transmisión de potencia, se determina que son los niveles correctos.

Una vez que realicé lo anterior se determina que la falla (vibración) es causada por la flecha principal del sistema, por lo que determiné extraerla para verificar su estado.

Se presenta una flecha de acero, presenta desgaste por fricción con los baleros bastante considerable, ha perdido la forma completamente (se ha vuelto cónica), lo que provoca que su giro no sea uniforme y desplace los elementos acoplados a la flecha hacia una posición que no es correcta, provocando fuertes vibraciones en el sistema.

Propuse cambiar la flecha por una nueva de mayor dureza, por lo que se realiza otra de acero 4140 con tratamiento térmico de temple, ya que el sistema se define como trabajo a bajas revoluciones

pero carga considerable y alta fricción, además de considerar que las horas de trabajo de las selladoras oscilan alrededor de 16 horas diarias.

Cambiando la flecha y los rodamientos, se puede observar que la vibración de la selladora se ha minimizado, y esto provoca que se selle uniformemente y el codificado sea legible.

3.4 PUESTA EN MARCHA DE ENVASADORA AUTOMATICA VERTICAL

Introducción: A mi llegada a Don Zabor México, se me encargó la puesta en marcha o arranque de una máquina vertical de envasado para jamaica, que se encontraba parada desde hace 2 años, porque cuando el fabricante la instaló, hubieron problemas de coordinación, se hicieron pruebas con jamaica seca, en este momento se requiere por cuestiones de almacenaje que la jamaica sea hidratada, este error provocó el disgusto de la dirección general con la empresa fabricante, provocando que se rompieran relaciones laborales.

Objetivo: Que el Jefe de Mantenimiento ponga a trabajar esta máquina envasadora para que su compra no haya sido en vano.

Identificación del problema: La máquina no se encuentra sincronizada, el sistema de apertura de bolsas no funciona, el sistema de transporte no está en tiempo, la materia prima (jamaica) se atora en el cono de descarga.

Solución del problema:

Analicé el funcionamiento de la máquina, posteriormente hice una inspección visual de todos los componentes mecánicos y eléctricos y determiné que estén todos en buen estado. Encontré que la pinza de apertura de bolsa de acero inoxidable se encuentra rota. En la Figura 7 se puede observar que la pinza fue soldada para que funcione correctamente [3].

Hablando con el fabricante de la máquina, investigué que la pieza está fabricada de acero inoxidable 316. Para determinar el tipo de soldadura me fue necesario recurrir a las normas que determina los electrodos, de acuerdo a las propiedades del acero en cuestión. El American Iron and Steel Institute AISI, define la composición química y asigna un número de serie, en este caso la serie 316 hace referencia a un acero de tipo austenítico formado por Cromo en un 16-18%, Manganeso en 2%, Silicio 1%, Carbono 0.08%, Níquel 10-14%, Fósforo 0.045%, Azufre 0.03 % y Molibdeno 2-3%. La presencia de Molibdeno previene la aparición de corrosión y mejora su resistencia a la misma lo que hace de este tipo de material ideal para el uso en maquinaria de grado alimenticio.

Haciendo uso de las características propias de los tipos de aceros inoxidables, seleccioné la soldadura de acuerdo al elemento base, siguiendo las recomendaciones de electrodo sugeridas por el proveedor (Indura), el cual basa su selección de electrodos de acuerdo a las normativas ANSI/AWS D10.4-86 [4]. El electrodo que utilicé fue el 316 de la marca Indura que corresponde al E316-16 de acuerdo a la norma AWS.



Figura 7 Pinza de apertura de bolsa.

Ajusté los parámetros de operación de la máquina, regulé la presión de aire del sistema de apertura de bolsa, el cual es neumático. En la Figura 8 se aprecia la pantalla principal de la máquina con los parámetros ya correctos.



Figura 8 Pantalla principal de máquina.

Se ajustan las mordazas de transporte de bolsa, ésta ya es capaz de completar todo el ciclo sujeta de la máquina. En la Figura 9 se aprecia la máquina funcionando correctamente.



Figura 9 Máquina trabajando correctamente.

Instalé un vibrador en el cono de descarga para que la jamaica no se atore. En la Figura 10 se aprecia que el cono de descarga ya funciona correctamente [5]. Revisé los catálogos de vibradores neumáticos para seleccionar el más adecuado.



Figura 10 Cono de descarga vibrando y llenando correctamente.

Realicé pruebas alrededor de 15 días para determinar el nivel cuantitativo de producción.

De esta manera determiné que la máquina funciona correctamente.

CAPÍTULO 4: PUESTA EN MARCHA DE MÁQUINA ENVASADORA VERTICAL MFD-180

4.1 INTRODUCCIÓN

Debido a la gran demanda de productos por parte de los consumidores, Don Zabor México se ve en la necesidad de tomar una decisión para continuar con sus políticas de atender las necesidades y requerimientos de todos sus clientes, es decir, tomar una acción o medida para poder cumplir en tiempo y forma con la entrega de los productos solicitados.

La medida consistía en dos caminos, el primero sería aumentar el número de empleados, en este caso empaques, para llenar bolsas de manera manual con los productos indicados. El segundo, adquirir una máquina de mayor velocidad de producción comparada con las que se cuenta, pensando un poco más a futuro sirviese no solo para cumplir con la demanda actual, sino también poder cumplir con una mayor demanda si así se necesitara.

Después de realizar el análisis junto con el departamento de Contabilidad especializado en costos, se determinó que la opción más viable para Don Zabor México sería comprar una nueva máquina. Por esta razón fui enviado a la EXPO PACK México, realizada en el Centro Banamex, para que me diese yo un panorama de la actualidad en maquinaria de empaquetado, viendo cosas bastante interesantes, no solo para satisfacer las necesidades de esta empresa, si no para cualquier otro proyecto que se tenga en mente más a futuro en mi vida profesional.

Se tomó la decisión, por sugerencia mía de comprar a la marca “Mexi-Maq” una empaquetadora o envasadora horizontal bastante rápida, precisa, confiable y sobre todo económica, la MFD-180. Una máquina de procedencia china, cuyas principales características recaen en que es capaz de formar la bolsa o sobre de empaque con zipper partiendo de una bobina (rollo) de polipropileno y otra bobina de zipper, un sistema pesador de cangilones de combinación con una precisión de +/- 1 [g] para la cantidad de producto seleccionada, una velocidad de envasado de 75 bolsas por minuto, entre otras características.

La máquina envasadora MFD está conformada por tres elementos principales, la envasadora, el elevador tipo “Z” y la báscula pesadora.

4.2 ANÁLISIS Y EJECUCIÓN:

OBJETIVO: Que el jefe de Mantenimiento en Don Zabor ponga en marcha la maquina MFD180.

Análisis del problema:

Una vez adquirida la máquina, presenté el Plan de Acción a la Gerencia para la puesta en marcha del equipo, el cual implicaba la realización de las siguientes acciones:

Instalé una red neumática para el consumo de aire de la máquina, esta se debió ajustar a una presión de 0.6 [MPa]. La Figura 11 muestra el flujo de aire, así como los componentes de máquina que ajusté para que se tuviese esa presión.

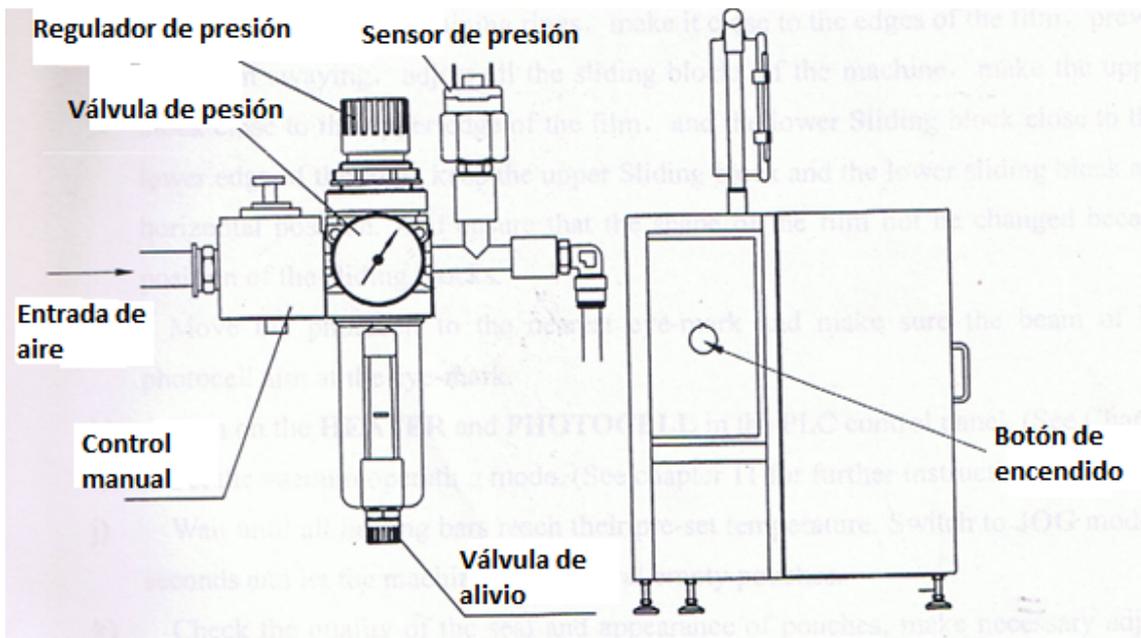


Figura 11 Flujo de Aire y componentes Neumático [6.]

Se instaló una red eléctrica, la cual tiene 3 fases de 220 Volts, además de un hilo neutro y tierra física, todo esto acondicionado a un acondicionador de voltaje (regulador de corriente). Realicé el cálculo del amperaje eléctrico de la Máquina, es decir, de la envasadora, el elevador y la báscula, partiendo de la siguiente ecuación de la electricidad:

$$W = V * A..... \text{Ec. 4}$$

Donde:

W = Potencia

V = Voltaje

A = Amperaje

Si se conoce la potencia, medida en Watts, que consume cada elemento de la máquina, así como el voltaje al que están conectados, se puede obtener el amperaje de cada elemento, es decir:

$$A = \frac{W}{V}..... \text{Ec.5}$$

Realizando la suma de las tres corrientes demandadas por los elementos de la envasadora, se determinó que se requiere de un Acondicionador de Voltaje de 15 kVA [7].

Llevé a cabo la implementación de un detector de metales, instalado al término del proceso de envasado, ya que la maquinaria cuenta con demasiadas piezas metálicas, que para fines de calidad en nuestros productos, debemos estar seguros que estos se encuentren libres de cualquier pieza metálica en el interior del empaque.

Una vez acondicionado el lugar, la red neumática, la red eléctrica, el detector de metales y la máquina envasadora, se procede a la puesta en marcha del equipo.

Ejecución: A lo largo de la puesta en marcha se presentaron bastantes inconvenientes, ya que fue la primera vez que tuve una experiencia así. A continuación menciono algunos de los inconvenientes más significativos en cuanto tiempo de resolución así como de satisfacción personal el haberlos descifrado, corregido y hasta modificado con respecto al sistema original.

Calibre de bolsa

Determiné que el calibre adecuado de bolsa es de 6 micras, ya que si se emplea una película de menor calibre, la máquina falla bastante para abrir el sobre y llenarlo, produciendo merma tanto en producto de empaque como en materia prima. Esto se pudo observar, después de realizar pruebas con diferentes bobinas de bolsa de polipropileno, siendo esta de 6 micras la que mejor desempeño provocó en la máquina. En la Figura 12 se observa que las bolsas se abren de manera correcta con este calibre.



Figura 12 Bolsas calibre 6 micras abiertas.

Ajuste en posición de ventosas de apertura de bolsa

La envasadora cuenta con un sistema de apertura de bolsas accionado por ventosas, estas ventosas son tubos de Venturi que causan vacío por la succión de un chupón plástico que por medio de un sistema mecánico (biela-manivela-corredera) es adherido a la superficie de la bolsa y esta se abre.

Estos tubos venían instalados dentro de sus guías, pero el usuario final es el que debe acomodarlos con respecto a las dimensiones de la bolsa que empleará.

Después de realizar pruebas determiné el punto donde deben de instalarse para que la bolsa abra correctamente. La Figura 13 muestra el punto exacto donde se instalaron las ventosas, es decir, en la intersección de las rectas puntadas que cruzan el sobre de la bolsa

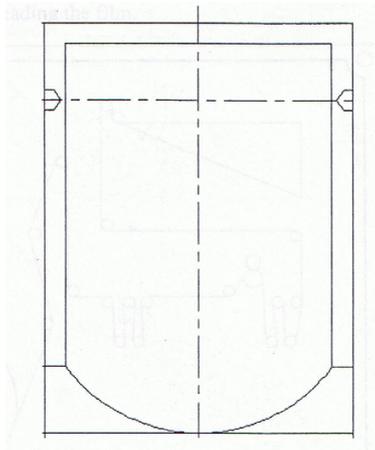


Figura 13 Posición de ventosas en sobre

Sistema de cierre de zipper

La envasadora no cuenta con un sistema que cierre el Zipper (cierre abre-fácil) de las bolsas, esto propicia que se tengan que poner personas al final del proceso a cerrar las bolsas manualmente, ya que en la actualidad, todos los productos que presentan zipper, este viene cerrado.

Llevé a cabo la instalación de un sistema de rodillos por los que pasa la bolsa para que estos cierren el zipper de manera automática. El sistema de rodillos lo acoplé a la flecha de la máquina y lo sincronisé con esta, ya que este aditamento no estaba incluido en el diseño original de la máquina.

Ajuste de parámetros

En lo particular esto fue lo que me llevó más tiempo, la máquina cuenta con un PLC Mitsubishi el cual relaciona todos los elementos ajustados a la flecha por medio de levas a ciertos ángulos, con un rango de 1 a 360°, se deben ajustar las posiciones de todos los elementos dependiendo la sincronía que se necesita, es decir 360° es el punto muerto de la máquina.

Ajusté los parámetros de entrada y salida de: ventosas, soplador, codificador, arrastre, entre otros, así como la duración de la acción. Por ejemplo, no se puede poner el soplador en un tiempo antes de las ventosas, si no la bolsa no abriría; o el arrastre al mismo tiempo con el codificado, ya que el codificado debe de hacerse en un punto en el que la película esté estática, si esta se mueve, el codificado sería ilegible.

En la Figura 14 se muestran algunos de los ángulos de las levas ajustados, a cada etapa del proceso, donde se observa que estos van de 1 a 360, siendo estos en grados.

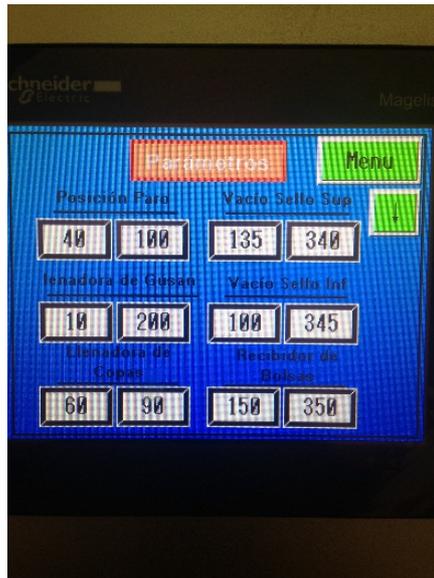


Figura 14 Parámetros de Máquina.

Calibración de básculas

Con la ayuda de un kilo patrón calibré las básculas del cabezal pesador.

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

Este fue un proyecto bastante completo que a la fecha sigue presentando nuevos retos, ya que gracias al buen funcionamiento de esta envasadora se está pensando instalar 2 máquinas más con estas características, ya que su gran velocidad y precisión repercuten un reto a la directiva para tomar en cuenta.

Los resultados fueron realmente impresionantes, la capacidad de ejecutar 75 bolsas por minuto, con un tiempo de operación continua de hasta 13 horas, el requerimiento de una sola persona (operador) durante todo el proceso. Haciendo los cálculos de tiempos de producción esta máquina realiza lo que manualmente ejecutaban 23 personas.

Como egresado de la Facultad de Ingeniería, este proyecto verdaderamente fue un reto, poniéndome a prueba los conocimientos ahí adquiridos en diferentes asignaturas. Se puede manifestar que el trabajo se realizó de manera adecuada.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Actualmente, todos los proyectos mencionados en este trabajo y otros más no mencionados, se encuentran operando sin complicaciones lo cual demuestra que los mantenimientos que he llevado a cabo durante mi estancia en la empresa han dado buenos resultados.

Los resultados más relevantes de mi trabajo son: la reducción de personal en la línea de producción, así como la implementación de las normas de sanidad e inocuidad, las cuales han sido verificadas por los controles de la empresa Wall- Mart; el trabajo que realicé en mantenimiento preventivo ha permitido la operación constante y sin interrupción de las máquinas, siendo los mantenimientos de tipo correctivo disminuidos significativamente; en cuanto al cambio en el intercambiador de calor conseguí evitar la compra y cambio partes de la máquina, lo cual ha permitido utilizar ésta de forma confiable dentro de la línea de producción; a través de mi trabajo diario he conseguido evitar la intervención de terceros en el mantenimiento de la planta productiva y he asistido de forma satisfactoria en la toma de decisiones para la compra de nueva maquinaria. Con estas medidas he logrado mejorar las condiciones de operación de la empresa, evitando paros innecesarios, exceso de personal, gastos excesivos de mantenimiento, acreditación de los controles de sanidad a los cuales la empresa está sometida de forma permanente. Dichas mejoras se han visto reflejadas en una disminución representativa de los costos de operación con lo cual he logrado ganar la confianza y credibilidad de la gerencia.

Por lo anteriormente expuesto, concluyo que el trabajo que he desempeñado conjunta los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera, poniendo estos al servicio de la sociedad en forma honesta, lo cual ha permitido mi desarrollo como profesional y el desarrollo de la empresa con la que colaboro a diario. Los mantenimientos de las máquinas a mi cargo y el control del personal me han enseñado a tomar decisiones importantes de forma asertiva bajo presión, tomando siempre en cuenta las necesidades del cliente, los recursos con los que se cuenta y las especificaciones que enmarcan dichas decisiones haciendo uso de los conocimientos de ingeniería mecánica he podido resolver de forma satisfactoria a las problemáticas planteadas.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Pastor Mariabela. (2008). **Historia Universal**. México: Santillana, 4ta. Edición

[2] Wark Kenneth, **TERMODINAMICA**, Mc. Graw Hill, 6ta. Edición

[3] De Monroy Cristobal. (2013). **TIPOS DE SOLDADURA**. 19-4-15, de Tecnología Fuente Nueva Sitio web: <https://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf>

[4] Mauricio Ibarra Echeverria, Eduardo Núñez Solís y José Miguel Huerta Ibáñez, (2010). **Manual de Aceros Inoxidables**, 06-07-2015, de Indura, Sitio Web: http://www.indura.net/_file/file_1774_manualdeacerosinoxidables%20indura.pdf

[5] **VIBRADORES NEUMÁTICOS PARA LA INDUSTRIA**. 19-04-2015 de Findeva, Sitio Web: <http://www.vibradoresneumaticos.com.mx/ficha-tec/> (19/04/15)

[6] **OPERATION MANUAL MFD-180**, Mexi-Maq, 1ra. Edición, 2014

[7] Jaramillo Gabriel, **ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO**, Ed. Trillas, 1ra. Edición