



unitec[®]
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES®

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

DISEÑO DE SISTEMA DE DETECTOR DE METALES PARA MAQUINAS DE

EMPAQUE, DEMAHS

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21341210 MARÍA DEL CARMEN CÁLIX CARDENAS

ASESOR: ING. ORLANDO AGUILUZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA

DICIEMBRE ,2018

ÍNDICE

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2.1 ANTECEDENTES.....	2
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	3
2.4 OBJETIVOS.....	4
2.4.1 OBJETIVOS GENERALES.....	4
2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
III. MARCO TEÓRICO	5
3.1 Proceso de Producción de Harina de Maíz.....	5
3.1.1 Maíz.....	5
3.1.2 Recibimiento del Maíz	6
3.1.3 Conservación del Maíz.....	8
3.1.5 Molienda	10
3.1.6 Cernido	11
3.2 Automatización.....	12
3.3 Sensores	13
3.4 Microcontrolador	15
3.4.1 Arduino.....	16
IV. METODOLOGÍA	18
4.1 VARIABLES DEPENDIENTES.....	18
4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES.....	18
V. RESULTADOS	19
5.1 ANÁLISIS DEL METODO ACTUAL.....	19
5.2 DISEÑO PROPUESTO.....	20
5.3 MATERIALES.....	22
5.5.1 Manual de Proveedor.....	24
5.5.2 Control de Metales.....	29
5.5.3 Detector San Regis y Fawema 1	32

VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES	34
VII. BIBLIOGRAFIA	35
IX. ANEXOS	38

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Maíz	5
Ilustración 2. Descarga de Maíz	6
Ilustración 3. Silos de Conservación	8
Ilustración 4. Macerador	9
Ilustración 5. Molino Industrial	10
Ilustración 6. Cernidora	11
Ilustración 7. Tipo de Sensores.....	13
Ilustración 8. Vista Esquemática del Sensor GY-271	14
Ilustración 9. Vista esquemática interna del HMC5883L	15
Ilustración 10. Microcontrolador Arduino	16
Ilustración 11. Vista lateral Diseño Detector de Metales	20
Ilustración 12. Vista Superior Diseño de Detector de Metales.....	21
Ilustración 13. Vista Isométrica de Diseño de Detector de Metales.....	21
Ilustración 14 Tabla de Control y Verificación de Detector de metales.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Detectores de Metales en Área de Empaque	3
Tabla 2. Gráfico de problemas por Metales en producto	19
Tabla 3. Cuadro de Control de mantenimiento	27
Tabla 4. Tabla de Procedimiento de Configuración de Parámetros.....	28
Tabla 5. Tabla de Actividades de Mantenimiento.....	32

I. INTRODUCCIÓN

Gran parte de las empresas hoy en día rigen todas sus operaciones bajo normas, que definen los procedimientos seguir, técnicas usadas en la elaboración de sus productos. Derivados de Maíz SA de CV., DEMHASA, al realizar productos para el consumo humano están bajo la norma SQF (SAFETY QAUALITY FOOD), única planta en Honduras, que se dedica a la elaboración de alimentos, que está bajo una norma de calidad para Alimentos. Esto aseguro primero que nada que el consumidor final, recibe un producto realizado con materia primas naturales, y que todo el proceso para la elaboración del producto cumple especificaciones de inocuidad y calidad.

El proyecto se realiza en DEMAHSA, empresa que trabaja en Honduras desde hace más de 38 años y se dedica a la elaboracion de productos derivados del maíz, donde se realizan alrededor de 68 presentaciones diferentes que se distribuyen a nivel nacional e internacional. Al ser DEMAHSA, una empresa líder en la elaboracion de harinas de maíz, poder manejar el Sistema de Gestión de Inocuidad y Calidad de manera intacta es fundamental para el día a día. Al ver que los procesos del sistema son tardíos y no se cumplen a su totalidad, al no tener detectores de metales en todas las maquinas del área de empaque.

El proyecto consiste en el diseño de sistema automatizado para las máquinas de empaque, que sea económico y que llene el espacio de la falta de esté, y que se cumpla en si totalidad el Sistema de Gestión de Inocuidad y Calidad,

“ Las iniciativas para el mejoramiento de la calidad no serían posibles sin los para dar seguimiento y evaluar su progreso, lo cual establece las bases uniformes de los procesos para garantizar que los productos se ajustan a la necesidades establecidas” (Coutler & Robbins, 2010, p. 439).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 ANTECEDENTES

Actualmente, Derivados de Maíz S.A DE C.V (DEMAHSA), al ser una empresa que se distingue por la alta calidad de sus productos teniendo como base las normativas de calidad SQF (Safety Quality Food), Las normas SQF fueron creadas para satisfacer las necesidades de los proveedores, de la industria alimentaria y los consumidores. SQF ofrece normativas para productores primarios, fabricantes, distribuidores y agentes, a fin de crear una norma única de inocuidad de los alimentos, desde la producción del alimento hasta el producto final en el plato. Y para DEMAHSA garantizar la calidad e inocuidad de sus productos es parte del día a día, ya que el compromiso de la empresa es garantizar alimentos seguros y libres de cualquier contaminante para sus clientes.

Existen 3 tipos de contaminación que se puede dar en los productos, contaminación Física, Química y Biológica. Actualmente esta implementado un sistema integrado de Gestión de calidad e Inocuidad para garantizar productos libres de cualquiera de estas 3 contaminaciones. El sistema integrado comprende todo el proceso de realización de harina de maíz, pero existen dos puntos críticos de control, que evalúan algún tipo de material extraño en la harina ya sean metales o no metales, entre otros.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente los procesos establecidos cumplen con un porcentaje aceptable las necesidades, teniendo problemas mínimos, sin embargo, **Derivados de Maíz S.A DE C.V**, siguiendo el sistema de gestión que da SQF, la planta cuenta con 2 puntos críticos de control de calidad: Cernedoras, y los detectores de metales, ambas previenen que el producto terminado contenga alguna materia extraña que fuese a dañar la salud del consumidor final.

De las actuales máquinas que tienen en planta no todas poseen detector de metal, lo cual incumple una de las normativas de SQF siendo estos uno de puntos críticos de control de calidad.

	Maquina	Tiene detector de metal	No tiene detector de metal
1	Calza# 1 y #2		x
2	Calza# 3 y #4		x
3	Coalza #5 Y Macoy #1		x
4	Macoy#2		x
5	Macoy#3		x
6	San Regis		
7	Zamboni #1	X	
8	Zamboni #2		x
9	Zamboni #3	X	
10	Fawema #1	X	
11	Fawema #2	X	

Tabla 1. Tabla de Detectores de Metales en Área de Empaque

Fuente: DEMAHSA

Actualmente al no tener este sistema en 5 de las máquinas que operan en empaque, se disminuye el riesgo de materia extraña teniendo imanes en las tolvas, y las cernedoras. Esos procesos utilizados no sustituyen el equipo detector de metal, incumpliendo la revisión de punto crítico de control de calidad problema que afecta directamente una norma entregada por SQF

2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo se miden si funcionan los actuales puntos críticos de control?

¿Cómo afectan los actuales procedimientos?

¿Qué beneficios se obtienen mejorando o incorporando una nueva la metodología de los actuales procesos?

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 OBJETIVOS GENERALES

Diseñar un detector de metales que optimice el sistema de gestión de calidad de DEMAHSA.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sistema automatizado que detecte metales en las máquinas de empaque.
- Demostrar a través de un sistema automatizado mejoras en el sistema de gestión de calidad
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo para actuales detectores metales.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Proceso de Producción de Harina de Maíz

La inocuidad de los alimentos es un concepto mucho más amplio que simplemente estar libre de patógenos, significa estar exento a afectar la salud humana en corto o mediano plazo. Por lo tanto, deberán estar exentos de patógenos, alérgenos, sustancias tóxicas, radioactivos, cancerígenos mutágenos, etc. (Valle Vega, 2000)

3.1.1 Maíz



Ilustración 1. Maíz

Fuente: (Palou, 2017)

Según Mendoza Martínez & Calvo Carrillo (2010):

El Maíz era un alimento básico de las culturas indígenas americanas muchos siglos antes de que los europeos llegaran a América. En las civilizaciones maya y azteca jugó un papel fundamental en las creencias religiosas, en sus festividades y en su nutrición. (p. 222)

El Maíz es la materia prima para la realización de Harina de Maíz. Actualmente Derivados del Maíz de Honduras S.A. (DEMAHSA) recibe la materia prima de proveedores nacionales como internacionales. Los granos de maíz pasan por un proceso de nixtamalización donde se cocinan con cal y agua en altas temperaturas, bajo estrictos controles de calidad.

El Maíz es una gramínea y uno de los alimentos básicos más utilizados en todo el mundo por su único sabor y que dependiendo en su división que es maíz seco, maíz crudo, y maíz cocido, tiene un sinfín de derivados como ser (atole, harina, pozole, aceite, hojuelas, etc..) y que este se utiliza en su totalidad, actualmente en todo Honduras se consumen 23 mil quintales de maíz. El Maíz no solo es consumido por los humanos si no que tiene mucha importancia en productos alimenticios de animales como concentrados para el ganado y en la avicultura.

Las cuatro plantas más significativas en las dietas del mundo son el trigo, el arroz, el maíz, y la papa, que con todos sus derivados generan más de la mitad de los alimentos consumidos por la población del mundo. Los dos últimos tienen su origen en América: el maíz en Mesoamérica y la papa en el altiplano peruano. Ambas producen más calorías por hectárea, en menos tiempo, que los demás cereales básicos. (Muñoz de Chávez & Ledesma Solano, 2010, p. 54)

3.1.2 Recibimiento del Maíz



Ilustración 2. Descarga de Maíz

Fuente: (Terminal Granalera, 2014)

“El grano del maíz forma parte de la alimentación de muchos latinoamericanos creando de estos diversos productos, donde su consumo forma parte de años y años de cultura alimenticia” (Alvarez-Buylla & Piñeyro-Nelson, 2013) .

Previo al recibimiento de Maíz en planta este recibe un análisis de calidad donde se verifica fractura en el grano, daños por germen, humedad, cantidad de aflatoxina, acidez, granos picado, polvo y presencia de plaga, entre otros, tomando 2kg del furgón, se homogeniza la muestra por medio de un Boerner, que es un homogeneizador maíz, de este se toman 100g de esa cantidad para realizar dichos análisis que se comprueban con los estándares de calidad, donde este determina si el maíz es aceptado.

En caso de no cumplir con los parámetros de calidad establecidos el maíz es rechazado y no ingresa a planta. Si se encuentra plaga presente en la muestra, es enviada a fumigación con Detia Gas, que es un químico para eliminar la plaga durante un periodo de 72 horas y luego se remuestreo. De ser aceptado este ingresa, donde se pesa en bascula para medir la cantidad de toneladas que trae el proveedor.

“Tras su consumo las aflatoxinas se metabolizan en el hígado e inhiben la formación de ADN y ARN, también pueden provocar mutaciones o lesiones en estas moléculas, lo que lleva a la formación de tumores”(Calvo Carrillo & Mendoza Martínez, 2012, p. 256)

3.1.3 Conservación del Maíz



Ilustración 3. Silos de Conservación

Fuente: (Todo El Campo, 2007)

Los Silos es la construcción usada para la conservación de maíz, estos sirven para el almacenamiento de materia prima a granel. Usualmente los más usados son los cilíndricos, pero hay de diversos tipos, los cuales pueden variar como ser: bunker o bolsa y sus diseños permiten el almacenamiento de diversos productos. Actualmente los silos son utilizados en diversos rubros no solo la agricultura sino también para almacenar cemento y en la milicia para almacenar misiles.

“La vida en almacenamiento de los alimentos frescos perecederos como las carnes, el pescado, los vegetales como el maíz, el trigo se puede extender durante varios días, siempre y cuando se cuiden factores de refrigeración, calor e inocuidad” (Çengel & Ghajar, 2011, p. 267)

Derivados del Maíz de Honduras S.A. cuenta con 6 silos de conservación de maíz que tienen una capacidad total de 36 mil toneladas, si el maíz ingresa con una humedad mayor a 14% se coloca en un silo “húmedo”, si es menor de 14% de humedad se colocan en silos de almacén donde a este se le da una cuarentena antes de ser utilizado.

A los Silos se les aplica aire frío para que estos mantengan una temperatura estable y no mayor a 32 grados centígrados. Cuando este se va a utilizar se le da una pre-limpieza, donde

se separa el grano quebrado, polvo, objetos extraños (piedras, metales, madera, olotes, etc.) y se traslada a los silos diarios. DEMAHSA cuenta con 2 silos diarios con la capacidad de almacenar 250 toneladas donde se almacena la cantidad de maíz que será procesado en el día. Estos mediante tubería de transporte se encargan de alimentar a los maceradores de los diferentes molinos.

“Algunos procesos como las técnicas que emplean temperatura: freído, tostado, rostizado o el simple calentamiento, producen efectos benéficos ya sea el mejoramiento de tiempo de almacenaje como la destrucción de microorganismos patógenos”(Yamakake, 2009)

3.1.4 Maceración



Ilustración 4. Macerador

Fuente: (SIRSA, 2006)

Este es el proceso de extracción de materias de diferentes estados físicos, solido-liquido en el cual compuestos químicos se encuentran en la materia sólida, ya que estos poseen solubilidad, y se usa un líquido que permita su extracción.

Existen varios tipos de maceración en frio que se usa para dar una infusión extra de sabor, con calor que usa el mismo procedimiento en frio, pero al usar el calor el procedimiento es mucho más rápido, pero no se consigue extraer todo.

Actualmente la maceración se usa para el proceso de vinos, aceites de oliva y en medicina para tratar traumatismos de la piel.

En Derivados del Maíz de Honduras S.A., la maceración es un proceso que se usa para la cocción del maíz, en cual usa una cámara de combustión, donde se utiliza agua sulfurada para separar los cuatro componentes básicos del Maíz: almidón, aceite de maíz (germen), gluten para consumo y gluten ingrediente. La maceración se realiza dependiendo el tipo de harina que se va a producir, probando variaciones en temperaturas, tiempos de cocción, de retención, y tiempos de reposo.

Este proceso de calentar agua, cal y maíz se le llama nixtamalización, el cual permite ablandar el grano para que sea mucho más fácil su molienda.

“Con el tiempo el hombre aprendió a tostar y moler los granos y calentarlos con agua con lo que se mejoraron sus propiedades sensoriales”(Mendoza Martínez & Calvo Carrillo, 2010, p. 221)

3.1.5 Molienda



Ilustración 5. Molino Industrial

Fuente: ((«Rumbo Molienda», 2004)

La molienda es un proceso que consiste en desintegrar una materia sólida en este caso los granos de maíz, golpeándolos con algo o frotándolos entre dos piezas duras hasta reducirla a trozos muy pequeños, a polvo o a líquido.

Se recibe el maíz del silo de reposo, y se procede con la molienda, aquí se ingresa a un molino industrial, luego pasa a la cámara de combustión que consiste en la deshidratación de la masa obtenida de la molienda, donde afecta tanto la harina como el pericarpio.

El pericarpio es una parte protectora del grano de maíz, que puede ser reprocesada hasta convertirse en harina o se prepara como un subproducto.

La harina pasa por un molino principal, luego a un tambor, donde continua en movimiento y al no tener la textura esperada, esta pasa por un segundo molino conocido como molinos de finos, de esta manera queda con la textura deseada.

“Los primeros humanos recolectaban los granos de trigo y otros cereales y los trituraban con piedras que hacía de mortero, así fue hasta el año 3000 a.C cuando se mejoró el sistema de mortero por piedra de moler”(Mendoza Martínez & Calvo Carrillo, 2010, p. 224).

3.1.6 Cernido



Ilustración 6. Cernidora

Fuente: (Virto Group, 2002)

El proceso de cernido consiste en la separación de material gruesa y fina, clasificando partículas de acuerdo con su tamaño. En DEMAHSA el cernido de la harina pasa por 5 diferentes mallas o tamices, que va desde la más gruesa de primero, hasta la más fina. Se recibe la harina deshidratada en donde se separa el pericarpio y los gruesos presentes en la harina.

El pericarpio obtenido se envía al silo de pericarpio donde es vendido como subproducto. Los gruesos resultantes se pasan en un proceso de remolienda para luego volver hacer cernidos y obtener la harina lista para enviar al silo de almacenamiento, durante el traslado de la harina a los silos se mezclan vitaminas según especificación del producto requerido.

Derivados del Maíz de Honduras S.A. cuenta con 7 silos de almacenamiento de harina de 180 toneladas cada uno, donde se llenan dependiendo del tipo de harina que se utilizara en empaque para cumplir con la demanda de clientes. Actualmente se realizan dos procesos de cernido cuando la harina va de molienda a los silos de almacenamiento y cuando la harina va de los silos de almacenamiento a empaque de esta manera cumplir con la calidad del producto final.

“Una máquina, en general, contiene mecanismos que están diseñados para producir y transmitir fuerzas significativas, remplazando actividades que se hacían en el pasado manualmente”(Norton, 2009, p. 25).

3.2 Automatización

(Moreno, 2004) Afirma:

La Automatización Industrial ha efectuado un enorme progreso en las últimas décadas. Elementos de hardware cada día más potentes, la incorporación de nuevas funcionalidades, y el desarrollo de las redes de comunicación industriales, permiten realizar excelentes sistemas de Automatización Industrial en tiempos mínimos.

La innovación y nuevas tecnologías en la automatización de procesos industriales, a través de los años, ha dado lugar a diversos avances significativos, los cuales han permitido a las compañías implementar procesos de producción más eficientes, seguros y competitivos.

“La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas” (Pere (Vilanova) & Arbós, 2006, p. 11)

3.3 Sensores



Ilustración 7. Tipo de Sensores

Fuente: (Los sensores - Tipos y clasificación, 2008)

Un sensor tiene tres parámetros fundamentales, el rango (valores entre los que puede medir), la resolución (la variación mínima que puede detectar) y la sensibilidad (lo que varía la magnitud de salida en relación con la variación de la magnitud medida).

“El número de sensores disponibles para distintas magnitudes físicas es tan elevado que no se puede proceder racionalmente sin clasificarlos previamente de acuerdo algún criterio”(Areny, 2004).

Los sensores se clasifican atendiendo a varios criterios, como, por la señal que emiten, existen analógicos y digitales (o discretos), por la influencia que tienen sobre el proceso, existen sensores pasivos cuando no influyen, o activos cuando absorben energía y por los parámetros que pueden variar en el sensor pueden ser mecánicos, eléctricos,

electromagnéticos, ópticos, etc. Pero el análisis más usual es por el tipo de magnitud que pueden medir.

“Todos los sensores sin importar cuál sea su tipo de transducción o qué tipo de variable física sea la que midan siempre tienen características particulares que los distinguen entre sí, y estas pueden variar si son de carácter estático o dinámico” (Ramírez, Jiménez, & Carreño, 2014, p. 18).

El Sensor principal utilizado en este diseño es el GY-271 es el módulo de brújula electrónica magnética HMC5883L de 3 ejes está diseñada para la detección magnética de campo bajo con una interfaz digital y es perfecta para brindar información precisa de rumbo. Este sensor compacto se adapta pro su versatilidad como los UAV y los sistemas de navegación robóticos. El sensor convierte cualquier campo magnético a una salida de voltaje diferencial en 3 ejes. Este cambio de voltaje es el valor de salida digital sin procesar, que puede utilizarse para calcular encabezados o detectar campos magnéticos provenientes de diferentes direcciones. Siendo este cambio útil para la realización de este proyecto, ya que, al poder detectar campos magnéticos, se puede detectar lo que es un metal al aplicar la programación correcta para el sensor.

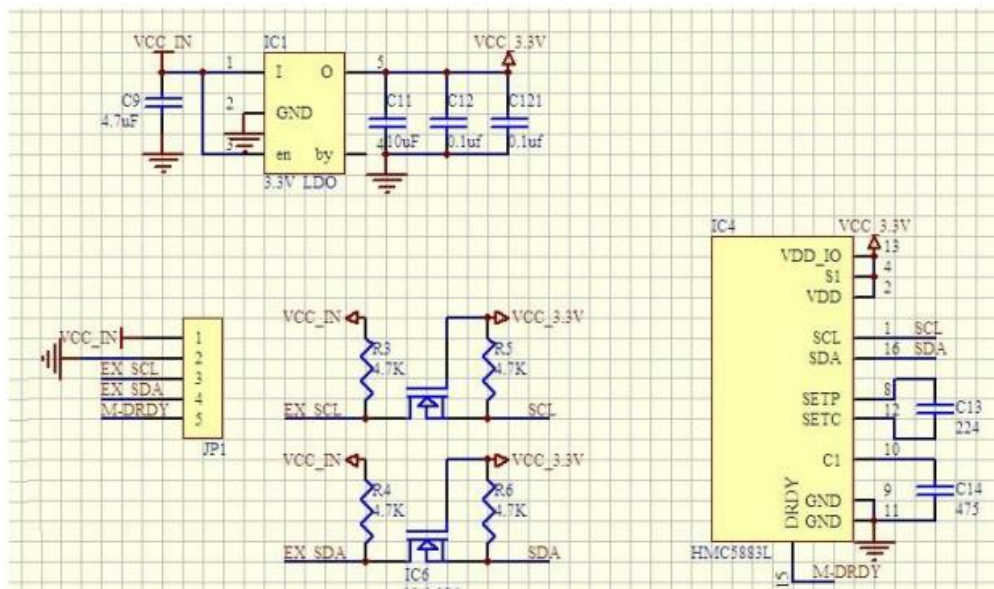


Ilustración 8. Vista Esquemática del Sensor GY-271

Fuente: Honeywell

Dentro de GY-271 tiene el componente HMC5883L que es un módulo multi-chip de montaje en superficie diseñado para detección magnética de campo bajo con una interfaz digital para aplicaciones tales como compases y magnetometría de bajo costo. El HMC5883L incluye nuestros sensores magneto-resistivos de alta resolución HMC118X de alta resolución más un ASIC. Contiene amplificación, controladores de correa de desmagnetización automática, cancelación de desplazamiento, y un ADC de 12 bits que permite una precisión de rumbo de brújula de 1° a 2°. El HMC5883L es una superficie de 3.0x3.0x0.9mm monte el portador de chip sin plomo de 16 pines (LCC). Aplicaciones para el HMC5883L incluyen teléfonos móviles, netbooks, electrónica de consumo, navegación automática Sistemas y dispositivos de navegación personal.

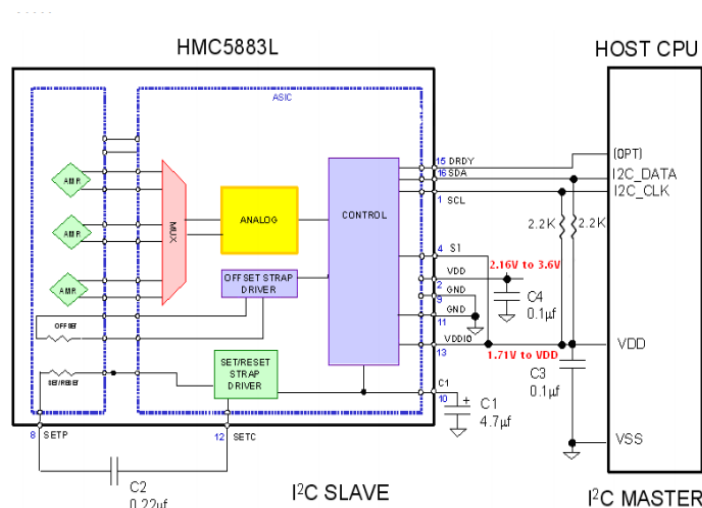


Ilustración 9. Vista esquemática interna del HMC5883L

3.4 Microcontrolador

“Un microcontrolador combina los recursos fundamentales disponibles de un microcomputador, es decir, la unidad de procesamiento (CPU), la memoria, y los recursos de un de entrada y salida, en un único circuito integrado” (Pérez & Areny, 2007, p. 14).

El Microcontrolador es un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación embebida. Es como una pequeña computadora que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida. También incluye a un procesador y por supuesto memoria que puede guardar el programa y sus variables (flash y RAM). Funciona como una

mini PC. Su función es la de automatizar procesos y procesar información. El microcontrolador se aplica en toda clase de inventos y productos donde se requiere seguir un proceso automático dependiendo de las condiciones de distintas entradas.

“Las computadoras pueden ejecutar un sinnúmero de tareas orientadas al control mediante el uso de dispositivos de control/monitoreo (y de dispositivos electrónicos de interfaz y software de meticoloso diseño), todo esto sin fatigarse y sobrepasando las capacidades humanas” (Vega, 2005)

3.4.1 Arduino



Ilustración 10. Microcontrolador Arduino

Fuente: (Arduino UNO Rev3)

Arduino es una plataforma de hardware con tema libre (outsourcing) que se basa en una placa con un microcontrolador, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Arduino se puede utilizar para desarrollar elementos autónomos, conectándose a dispositivos e interactuar tanto con el hardware como con el software.

Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros

artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language (basado en Wiring) y el Arduino Development Environment (basado en Processing). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo, con Flash, Processing, MaxMSP, etc.).

“Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar el control de luces, motores y otros artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language” (Artero, 2013)

IV. METODOLOGÍA

Es importante dejar establecido que por variable entendemos la característica de algún fenómeno que es susceptible de medición y que puede modificarse o tomar diferentes valores, no solo numéricos sino también cualitativos. Existen según el concepto anterior variables cuantitativas y variables cualitativas. Ahora bien, los valores que pueden asumir las variables normalmente son series ordenadas de posibilidades, esto por supuesto se puede apreciar mejor en las variables cuantitativas o que admiten escala numérica. (Castillo, Orozco, & García, 2014)

4.1 VARIABLES DEPENDIENTES

- Paros de Producción
- Paros de producto

Todas las demás variables afectan directamente la productividad. De esta forma, es necesario el estudio de estas variables para determinar las causas que ocasionan los diferentes paros en el proceso, y la retención de producto al no cumplir especificaciones.

4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

- Punto crítico de control
- Pérdidas de producción
- Horas de mantenimiento

V. RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS DEL METODO ACTUAL

Teniendo en cuenta, que las actuales maquinas utilizadas para realizar los diferentes productos en 1lb,750 g, 2 lb, 4lb, 5lb, 25 lb, 50 lb, en sus más de 64 presentaciones, siendo este problema significativo ya que afecta directamente el cumplimiento de las normas de calidad ya establecidas. Se realiza un estudio como se detecta metales, en las máquinas que no tienen este instrumento, se realiza por medio de imanes colocados en las tolvas de proceso para cada máquina, dichos imanes son revisados al inicio de cada turno, este método no reemplaza el del detector, ya que en los pasados meses se han encontrado problemas ya que los imanes dejan pasar algún tipo de metal.

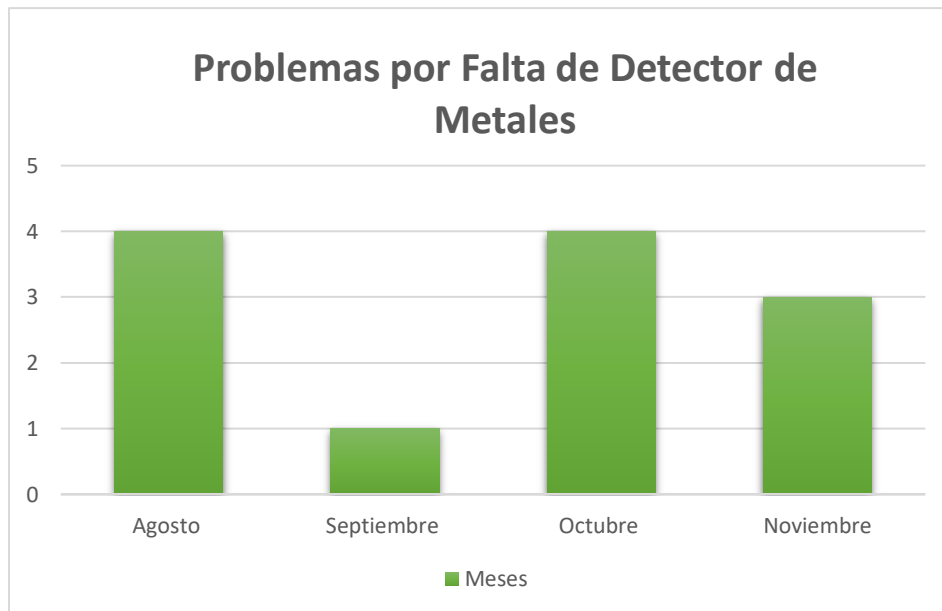


Tabla 2. Gráfico de problemas por Metales en producto

Fuente: DEMAHSA

5.2 DISEÑO PROPUESTO

Considerando la falta de Equipo en el área, y que las maquinas utilizadas son muy diferentes, se realizo un diseño base que se adaptaría a cada máquina y se harían los cambios correspondientes para cada una de ellas, se toma como base la Coalza #3 y Macoy #1.

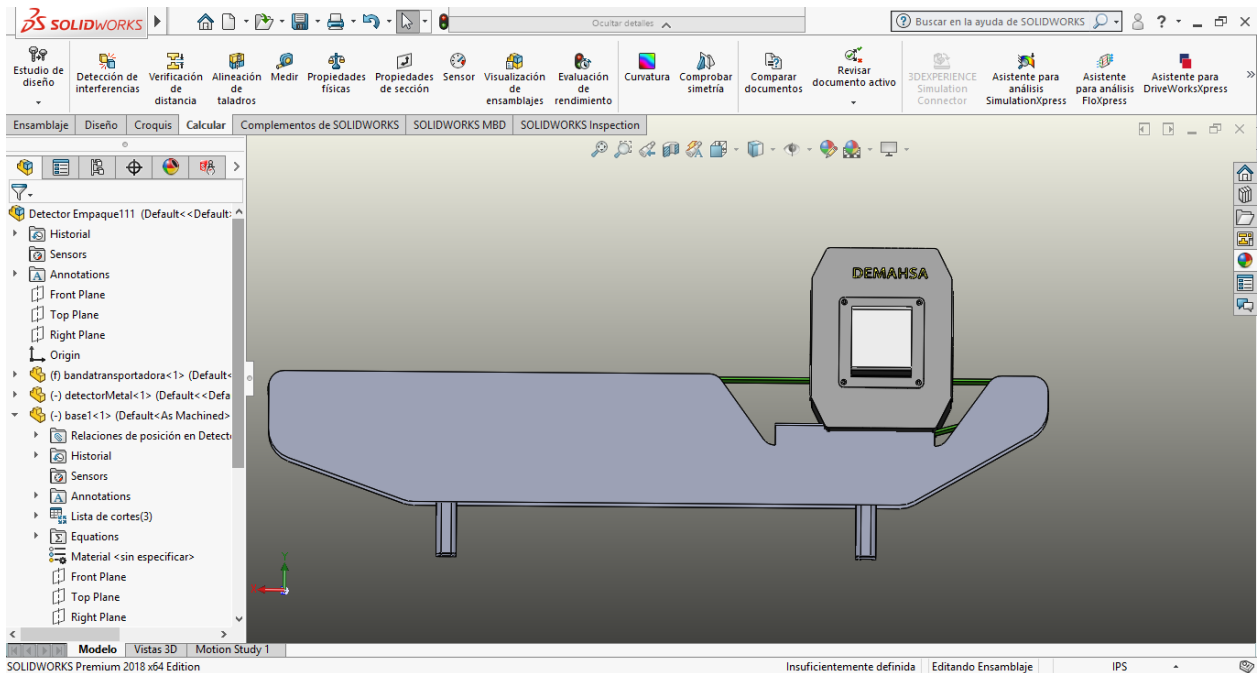


Ilustración 11. Vista lateral Diseño Detector de Metales

Fuente: Propia

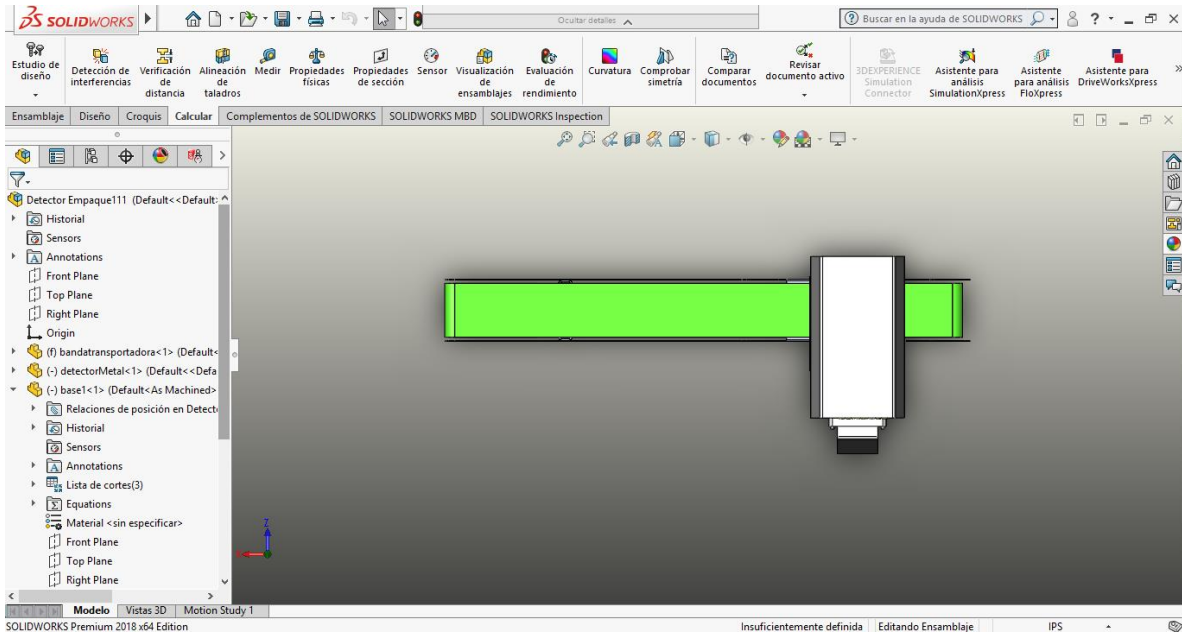


Ilustración 12. Vista Superior Diseño de Detector de Metales

Fuente: Propia

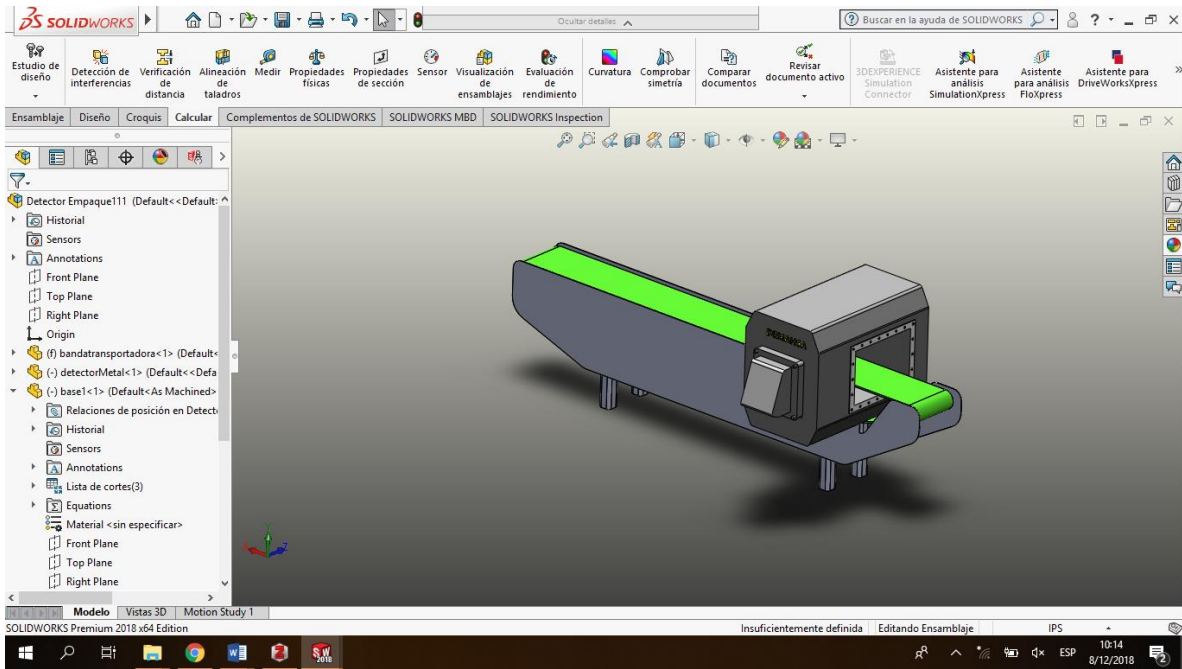






Ilustración 13. Vista Isométrica de Diseño de Detector de Metales

Fuente: Propia

5.3 MATERIALES

Material	Especificación
Arduino Mega	 A blue Arduino Mega microcontroller board with a USB Type-B port, a DC power jack, and a 25-pin header.
sensor GY-271	 A blue GY-271 sensor module with a 5-pin header labeled UCC, GND, SCL, SDA, and DRDY.
Buzzer	 A small black cylindrical buzzer with two wires (red and black) attached to its base.
Led	 A single yellow LED with two long metal leads.
Cables conectores	
Base de Detector	

5.4 PRESUPUESTO

Material	Costo
Arduino Mega	998
sensor GY-271	1049
Buzzer	70
Led	283
Cables conectores	200
Bases para Led	200
Base de Detector (impresión 3D)	2600
Total	5400

5.5 MANTENIMIENTO

Actualmente, los dispositivos detectores de metales ubicados en el área de empaque no tienen ningún instructivo ni plan de mantenimiento, y los manuales que traen estos, están en inglés haciendo que el personal de mantenimiento no pueda acceder a él. Se procedió a la traducción de los manuales del proveedor, así tener una base para la realización de plan de mantenimiento.

5.5.1 Manual de Proveedor

Mantenimiento básico

1. El sensor infrarrojo no funciona (no cuenta pasadas):
 - a. Verifique que los cables de comunicación entre los paneles y la unidad de control se encuentren bien conectados.
 - b. Verifique si hay alguna interferencia infrarroja cerca al dispositivo, por ejemplo: sistemas de video vigilancia infrarroja, control remoto infrarrojo (cuando se activa), luz solar directa, etc.
 - c. Si los dos puntos anteriores no son la causa, por favor consulte al servicio técnico. Puede ser necesario reemplazar los sensores infrarrojos.
2. Falsas Alarmas
 - a. Si el dispositivo emite falsas alarmas frecuentemente, primero revise el entorno de instalación. Asegúrese que no hay objetos de metal de volumen importante (fijos o móviles) en un rango de 1.5 a 2 metros cerca al equipo. Si existe alguno, trate de alejar el equipo del objeto. También tenga en cuenta que fuertes corrientes de aire que puedan desestabilizar la efectividad de verificación del dispositivo.
 - b. Si las falsas alarmas no son producto del ambiente, intente reduciendo la sensibilidad de todas las zonas.

c. También puede intentar cambiando la frecuencia.

Ajustes de detección

1. El dispositivo debe estar en una posición estable para lograr el mejor efecto posible de detección (por favor consulte "Entorno de Instalación"), verifique la estabilidad del dispositivo de la siguiente manera: a. El dispositivo no vibra después de 1 minuto de encendido. b. El dispositivo no activa alarmas cuando el examinador pasa a través del arco sin ningún objeto metálico.

2. Para excluir objetos metálicos pequeños como anillos, llaves, hebillas de cinturón, zapatos, etc.; ajuste el equipo siguiendo estos pasos:

a. Elija un objeto de metal pequeño para realizar la prueba (Use las muestras).

b. Con un nivel de sensibilidad medio o alto, pase a través del arco cargando el objeto de prueba, el detector emitirá una alarma.

c. Baje la sensibilidad un poco. Vuelva a pasar por el panel, si la alarma suena de nuevo, por favor baje un poco más la sensibilidad. Repita este procedimiento hasta que la alarma no se active debido de este pequeño objeto.

Nota: Si desea incrementar la sensibilidad en cierta zona, sólo tiene que ajustar la sensibilidad correspondiente a esa zona. Después de finalizar los ajustes anteriores, los objetos de metal más pequeños a la muestra utilizada no causarán alarmas, pero los objetos metálicos más grandes que el objeto de prueba si lo harán. Si desea incrementar o disminuir la sensibilidad de todas las zonas, ajuste la sensibilidad de la zona 7.

Descripción de cada actividad de comprobación

Procedimientos:

¿Qué se comprueba?

- Deben definirse las condiciones objeto de comprobaciones y sus valores de referencia:

- El registro de las actividades de mantenimiento.
- El estado de calibrado.

Las condiciones de mantenimiento de aparatos o instalaciones.

¿Cómo se comprueba?

- Explique los métodos utilizados para efectuar las comprobaciones:
- Controles visuales de las actividades de mantenimiento preventivo y calibrado.
- Revisión de la documentación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo y de calibrado.

¿Dónde se comprueba?

Defina el lugar de la comprobación.

Las comprobaciones pueden efectuarse en los muelles de carga y descarga, en las cámaras o equipos de refrigeración/congelación, en los equipos de tratamiento térmico o de limpieza/desinfección, en los locales de manipulación, en los medios de transporte, en los almacenes o en el archivo documental (certificados de calibrado, etc.).

Frecuencia:

Indique la periodicidad de las comprobaciones.

Persona encargada:

Designe a la persona responsable de llevar a cabo cada una de las actividades de comprobación, aunque alguna parte de este programa la desarrolle una empresa externa (calibrado, etc.).

Cómo se registran los resultados:

Defina el sistema que se utilizará para registrar los resultados, las incidencias y las actuaciones derivadas.

Procedimiento de comprobación	de ¿Qué se comprueba?	El funcionamiento de los equipos y el mantenimiento de los utensilios y las instalaciones.
Procedimiento de comprobación	de ¿Qué se comprueba?	Visualmente y/o empleando útiles que nos ayuden en la revisión.
Procedimiento de comprobación	de ¿Qué se comprueba?	En el lugar donde están ubicados los equipos y utensilios y en toda la instalación
Frecuencia	¿Cuándo se lleva a cabo?	A diario, semanalmente, etc., o según las recomendaciones del fabricante
Responsable	¿Quién lo lleva a cabo?	Jefe/a de mantenimiento. También será la persona responsable de llevar a cabo las acciones correctoras necesarias, si procede
Sistema de registro	¿Cómo se efectúa el registro?	El/la jefe de mantenimiento debe llevar un registro del control de mantenimiento. En esta ficha también deberán describirse las incidencias detectadas y las acciones correctoras (fecha y hora, si procede, y acciones emprendidas).

Tabla 3. Cuadro de Control de mantenimiento

Fuente: DEMAHS

Menú de Ajustes: Configuración

	<p>Pantalla para calibración, entrar ajustes una vez en esta pantalla presionar el botón del cheque</p>
<p>Reject Settings</p>	<p>Para configurar la opción de rechazo presionar el botón </p>
<p>Gated Reject</p>	<p>Activar esta opción para si hay algún rechazo detenga la banda y suene la alarma de rechazo.</p>
	<p>Estos valores tienen que coincidir con los de los patrones usados.</p>
	<p>Una vez aceptado los valores aparecerá esta pantalla de nuevo que significa que la configuración ha sido guardada.</p>

Tabla 4. Tabla de Procedimiento de Configuración de Parámetros

Fuente: DEMAHSA

5.5.2 Control de Metales

DEMAHSA
DETECTORES DE METALES DE INGENIERIA S.A. DE C.V.

Formato de monitoreo y verificación del detector de metales

Hora	Tipo Prueba	Detecta			Expulsa			Programa	Producto	Acción Operativa	Codigo No Conformidad	RESPONSABLE DE MONITOREO
		Parte Inicial	Parte Intermedia	Parte Final	Parte Inicial	Parte Intermedia	Parte Final					
0	Ferroso											
1	No ferroso											
2	Acero Inoxidable											
3	Ferroso											
4	No ferroso											
5	Acero Inoxidable											
6	Ferroso											
7	No ferroso											
8	Acero Inoxidable											
9	Ferroso											
10	No ferroso											
11	Acero Inoxidable											
12	Ferroso											
13	No ferroso											
14	Acero Inoxidable											
15	Ferroso											
16	No ferroso											
17	Acero Inoxidable											
18	Ferroso											
19	No ferroso											
20	Acero Inoxidable											
21	Ferroso											
22	No ferroso											
23	Acero Inoxidable											

Responsable de la Verificación: _____

25 **SI: Conforme** **NO: No conforme**

26 NOTA 1. Para que una expulsión sea conforme, esta debe de ser cuando el producto pasa totalmente el marco de la caja receptora, y se desliza por la compuerta de inspección, si no la expulsión no es conforme.

NOTA 2. En este caso se debe de registrar el monitoreo y verificación del DCM. Debe quedar registrado en este formato en la sección de No Conformidad el número de la

Ilustración 14 Tabla de Control y Verificación de Detector de metales

Fuente: DEMAHSA

Sección A: Procedimiento Monitoreo del detector

1. Antes de iniciar producción los líderes de proceso deben asegurar realización del monitoreo de los detectores y ejecutarán los ajustes requeridos según los productos a elaborar por línea.
2. Dicho monitoreo se realiza de la siguiente manera:
 - a. Se deben tener a mano patrones del detector de metales
 - Ferroso 2.2mm
 - No Ferroso 2.5 mm
 - Acero Inoxidable 3.5 mm
 - b. Se debe tomar un paquete del producto a elaborar en la línea, que ya haya pasado por el detector, para así comprobar su inocuidad y se debe abrir el empaque en el estado sellado y se debe introducir uno de los patrones

- c. Se pasa la muestra por el detector en el flujo normal del producto, tres veces por cada patrón de la siguiente manera: en la parte inicial, intermedia, y final del producto y si lo detecta y expulsa al no se lleva a cabo ningún ajuste.
- d. Para que una expulsión sea conforme, esta debe ser cuando el producto pasa totalmente por el marco de la caja, se desliza completamente por la compuerta de inspección, si no la expulsión no se toma conforme.
- e. Si la expulsión no se toma conforme y la muestra no es detectada revisar Sección B.
- f. Realizar los apuntes necesarios en la hoja de control y verificación (Ilustración 12), revisar que todos los espacios correspondientes estén llenos.
- g. Realizar nuevamente los procedimientos siguiendo los otros patrones.

Sección B: Procedimiento Monitoreo del detector (no conforme)

- 1. Revisar tiempos o sensibilidad del detector, repetir instrucción de sección
- 2. En qué caso de que durante la inspección se encuentre alguna falla de detección o expulsión de los patrones:
 - a. Dar instrucciones al operador para que a partir de ese momento se coloque el producto que está saliendo en un lugar aparte con la boleta de "detenido".
 - b. Dar aviso al operador de la línea para que pare la operación de la maquina completamente.
 - c. Comunicar al supervisor lo sucedido.
 - i. Llamar personal de mantenimiento
 - d. El Analista de calidad deberá retener en bodega la producción existente de la línea.
 - e. Verificar procedimientos de Sección C, para analizar posibles fallas del detector.
 - f. Línea de producción queda en paro hasta que la verificación sea conforme.

Se encuentra no conforme en muchas ocasiones en productos de 50 lb con harinas de alto rendimiento, hace que la harina sea más pesada o gruesa por lo consiguiente hay que ajustar la sensibilidad.

Sección C: Procedimiento de Verificación por el personal de mantenimiento

1. Revisar configuración
 - a. Presione el botón de ajustes
 - i. Verificar la configuración de las siguientes operaciones
 - Pack Sensor, que este activado
 - Sensibility Checkout
 - Detecting
 - Reject Gate
 - b. Si todo está activado Repetir pasos de configuración.
2. Repetir pasos de Sección 1.

5.5.3 Detector San Regis y Fawema 1

	Punto de Revisión	Comentario	Tipo	Zona	Frecuencia					
					Semanal	Quincenal	Mensual	Semestral	Anual	Encargado
Nuevo	Limpieza	Limpieza interna de Detector con blower,	Inspección	Mecánica	x					
Nuevo	Calibración	Verificación detección de patrones, pequeña escala y gran escala	Inspección	Mecánica			x			
Nuevo	Banda De Detector	niveles de aceite en la balineras y chumaceras	Lubricación	Mecánica		x				
Nuevo	Revisión y Limpieza de PLC	Cambio de Componentes Dañados	Inspección	Eléctrico			x			

Tabla 5. Tabla de Actividades de Mantenimiento

Fuente: DEMAHSA

Puntos críticos

- Más tiempo para realizar trabajos de inspección correctos (para abarcar desmontaje y montaje de las partes de los equipos).
- Manejo del equipo por todos los técnicos del área.

VI. CONCLUSIONES

“Las conclusiones representan la síntesis de los resultados obtenidos a lo largo del proceso de la investigación. (...) Cualquier conclusión deberá fundamentarse en el cuerpo teórico y los resultados de la investigación”(Moguel, 2005, p. 112)

- Sé diseñó un sistema que afecta punto crítico de control implementado actualmente y se genera un 100% de cumplimiento el sistema de gestión de calidad de las normas SQF.
- Sé diseñó un detector de metal capaz de ser implantado en las máquinas de empaque, de ser ajustable para todas las máquinas, y a bajo costo.
- Se realizó mantenimiento en los detectores de metales en el área de empaque donde se establece puntos de mejora y se deja un manual para la empresa.

VII. RECOMENDACIONES

A la empresa

- Respetar las fechas de fumigación y los demás parámetros de calidad para evitar la propagación de plaga, retrasos por devolución y cuidar la vida útil del producto.

A La universidad

- Implementación de talleres prácticos de la mano de clases teóricas, para promover desarrollo técnico de los estudiantes.
- Realizar horas de vinculación en áreas afines de la carrera para poner en práctica lo aprendido en las diversas clases.

VII. BIBLIOGRAFIA

Alvarez-Buylla, E., & Piñeyro-Nelson, A. (2013). *El maíz en peligro ante los transgénicos: un análisis integral sobre el caso de México*.

Arduino UNO Rev3 -. (s. f.). Recuperado 19 de noviembre de 2018, de <https://www.alza.cz/arduino-uno-rev3-d569244.htm>

Areny, R. P. (2004). *Sensores y acondicionadores de señal*. Marcombo.

Artero, Ó. T. (2013). *Arduino: curso práctico de formación*. RC Libros.

Calvo Carrillo, M. de la C., & Mendoza Martínez, E. (2012). *Toxicología de los alimentos*. México, D.F., MEXICO: McGraw-Hill Interamericana.

Castillo, C. C. del, Orozco, S. O., & García, M. G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.

Çengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2011). *Transferencia de calor y masa: fundamentos y aplicaciones (4a. ed.)*. México, D.F., MEXICO: McGraw-Hill Interamericana.

Coutler, M., & Robbins, S. (2010). *Administración (10.ª ed.)*. Pearson Educación.

Los sensores - Tipos y clasificación. (2008).

Mendoza Martínez, E., & Calvo Carrillo, M. de la C. (2010). *Bromatología: composición y propiedades de los alimentos*. Distrito Federal, UNKNOWN: McGraw-Hill Interamericana.

- Moguel, E. A. R. (2005). *Metodología de la Investigación*. Univ. J. Autónoma de Tabasco.
- Moreno, R. P. (2004). *Ingeniería de la automatización industrial*. Ra-Ma.
- Muñoz de Chávez, M., & Ledesma Solano, J. A. (2010). *Composición de alimentos (2a. ed.)*. Distrito Federal, MEXICO: McGraw-Hill Interamericana.
- Norton, R. (2009). *Diseño de Maquinaria: Síntesis y análisis de máquinas y mecanismos (4.ª ed.)*. McGraw-Hill.
- Palou, N. (2017). Maíz, energía, antioxidantes y sin gluten. Recuperado 1 de septiembre de 2018, de <https://www.lavanguardia.com/vivo/ecologia/20170326/421205081394/maiz-cereal-alimentacion-antioxidantes-hidratos-energia-gluten.html>
- Pere (Vilanova), P. A., & Arbós, R. V. (2006). *Automatización de procesos mediante la guía GEMMA*. Universitat Politecnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politecnica.
- Pérez, F. E. V., & Areny, R. P. (2007). *Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC*. Marcombo.
- Ramírez, L. G. C., Jiménez, G. S. A., & Carreño, J. M. (2014). *Sensores y Actuadores*. Grupo Editorial Patria.
- Rumbo Molienda. (2004).
- SIRSA. (2006). Recuperado de <https://www.sirsaproyectos.com>
- Terminal Granalera. (2014). Recuperado 1 de septiembre de 2018, de <http://www.puertofenix.com.py/seccionInterna.php?id=23&seccion=terminalgranelera>

Todo El Campo. (2007). Recuperado 4 de septiembre de 2018, de

<http://www.todoelcampo.com.uy/espanol/registros-de-granos-524-977-ton-de-arroz-115-203-de-ma-iacute-z-y-441-400-de-trigo-15?nid=28892>

Valle Vega, P. (2000). *Toxicología de alimentos*. Metepec, Edo. de México, México: Centro

Panamericano de Ecología Humana y Salud, Programa de Salud Ambiental,

Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.

Vega, D. A. (2005). *MICROCONTROLADOR 805*. Pearson Educación.





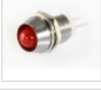





Virto Group. (2002). Recuperado de [http://www.directindustry.es/prod/virto-group-](http://www.directindustry.es/prod/virto-group-cuccolini-srl/product-64574-1617208.html)

[cuccolini-srl/product-64574-1617208.html](http://www.directindustry.es/prod/virto-group-cuccolini-srl/product-64574-1617208.html)

Yamakake, T. A. K. (2009). *Origen y diversificación del Maíz: una revisión analítica*.

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología.

IX. ANEXOS

producto	Descripción	Disponibilidad	Precio unitario	Cant.		Total
	Arduino mega ADK SKU : E1L1C2	En stock	L998	1		L998
	Buzzer de 3 a 24V SKU : E3L3C3	En stock	L70	1		L70
	Base Porta LED de 5mm SKU : C2D4	En stock	L20	1		L20
	Caja de 200 piezas de LEDS 5mm SKU : E1L5C4	En stock	L283	1		L283
	Brujula digital para arduino SKU : C2C7	En stock	L350	3		L1,049
Total productos (impuestos inc.)						L2,420

Anexo 1. Cotización de materiales

Fuente: CyDtecnología



Anexo 2. Silos Diarios

Fuente: DEMAUSA



Anexo 3. Boerner

Fuente: DEMAHSA