



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

ARTÍCULO ESPAÑOL

TEMA

**“MÁQUINA DE EMPACADO Y CONTROL DE PESO
PARA PANELA GRANULADA”**

Autora: Gabriela del Rocío León Corrales

Tutor: Ing. Octavio Arias

Ibarra – Ecuador

RESUMEN GENERAL

La provincia de Imbabura a través de la historia se ha caracterizado por ser eminentemente agrícola y principal productora de caña de azúcar, la cual es la materia prima para la elaboración de panela y azúcar.

El objetivo principal es tecnificar y automatizar el proceso de la producción de panela granulada con su control de peso, inventario de unidades producidas, con este valor agregado ahorrar tiempo y dinero, brindando mayor satisfacción al cliente.

Por las razones antes mencionadas este proyecto está enfocado a mejorar la productividad, en serie, automatizado, alto control de calidad, higiene, precisión y así tener mayor competitividad en los mercados.

CAPITULO 1

LAS MÁQUINAS SELLADORAS

Las máquinas selladoras son aquellas empleadas para dar hermeticidad a un determinado producto y de esta manera evitar que agentes externos lo contaminen.

Para el desarrollo de la nueva generación de estas máquinas, los constructores han fusionado a los anteriores sistemas mecánicos, los nuevos sistemas neumáticos y electrónicos, obteniendo de esta manera un costo más elevado de construcción considerando que con esto se obtiene una capacidad de producción ágil que reduce tiempo y mejora la calidad de sellado.

MATERIAL DE EMPAQUE

El polietileno es considerado el plástico más común debido a que es un material económico, es utilizado principalmente en embalajes como bolsas de plástico.

TÉCNICAS DE SELLADO DEL PAPEL

Mordazas calientes

El sellado se consigue por la acción combinada de presión, temperatura y tiempo.

Este método genera la unión de los materiales plásticos por medio de presión y aporte de calor, aquí la temperatura es controlada durante todo el proceso, este tipo de sellado es ideal para materiales plásticos como el polietileno.

CAPITULO 2

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA GRANULADA

PANELA GRANULADA

La panela granulada es producto de la deshidratación y cristalización de la sacarosa solo por evaporación, este proceso permite a la panela mantener más nutrientes saludables que el azúcar.

La panela granulada se distingue del azúcar blanco y del azúcar moreno por su sabor pero más aún por el contenido nutricional superando inclusive el valor nutricional de la miel de abeja.

La panela granulada contiene los minerales fundamentales para una alimentación equilibrada como son hierro, magnesio, potasio y fosforo.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE PANELA GRANULADA

Existe una serie de pasos que se deben seguir para obtener la panela granulada lista para el consumo humano.

Corte y transporte de la caña de azúcar

Este es el inicio del proceso ya que se realiza el cultivo de la caña luego de haber cumplido con el proceso de maduración, para posteriormente sea trasladado al lugar de su procesamiento

Extracción de jugos

Este proceso se lo realiza en un trapiche el mismo que separa el jugo del bagazo.

Clarificación de los jugos de caña

Dentro de este proceso se realiza la cocción del jugo de la caña en una paila y a una temperatura de 50 a 55°C.

Evaporación de los jugos de caña

En este proceso se aprovecha el calor en el cambio de fase del agua (líquido a vapor), eliminándose cerca del 90% del agua presente

Punteo

Este proceso se realiza en la última paila a una temperatura mayor a los 100°C, aquí se debe tener mucho cuidado y evitar que por un error o descuido se quemé y se pierda la producción y esfuerzo de etapas anteriores.

Batido y enfriamiento

Este proceso se realiza en una batea, aquí la miel no se encuentra en contacto con la hornilla.

En este paso se procede a batir hasta que la miel se transforme en panela.

Una vez lista la panela, para realizar la granulación se procede a aplastar y romper los trozos grandes de panela en más pequeños.

Granulación y secado de la panela

Es aquí donde se transforma la panela en trozos pequeños hasta obtener la panela lo más fina posible para así evitando que se forme una masa.

Posteriormente a la panela se le saca la humedad en hornos que se encuentra de 60 a 70°C se los cocina y finalmente está lista para ser pesado y empacada.

Pesado manual

La panela una vez tamizada y secada está lista y es transportada para su pesado y posterior empacado.

La persona encargada del pesado toma cierta cantidad de panela la introduce sobre el material de empaque y va aumentando o reduciendo la cantidad según sea el requerimiento.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA MÁS ADECUADA

Para realizar la selección de la alternativa indicada se empleó el Método de Criterios Ponderados

PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Se consideraron los siguientes aspectos para ser evaluados en la selección de la mejor alternativa

Eficiencia

Se fundamenta en el desempeño de todos los elementos al acoplarse al funcionamiento normal para el que fue diseñada la máquina. Es de gran importancia este parámetro dentro de las máquinas debido a que está destinada a la producción dentro de un proceso continuo, si éste llegaría a fallar constituiría contratiempos muy serios como el retraso de la producción.

Facilidad de manufactura

Este criterio implica simplificar los sistemas sin dejar a un lado los beneficios de la tecnología actual. Además las partes que constituyen los diferentes sistemas deben poder ser construidos con tecnología nacional,

con materiales disponibles en el mercado y componentes de fácil adquisición.

Facilidad de mantenimiento

El mantenimiento en una máquina es vital para alargar su vida útil, todos los sistemas y elementos que comprenden la máquina están sujetos a fallos por lo que deben ser diseñados de tal manera que exista la posibilidad de repararlos o reemplazarlos. Esto implica que en la selección de alternativas se debe considerar la facilidad para llegar a un determinado elemento dentro de un conjunto, para la realización de tareas de ensamble y/o mantenimiento.

Costo

Es un parámetro determinante al momento de seleccionar una alternativa debido a que implica no solo el costo inicial de la máquina que consta de materiales, accesorios, manufactura y tecnología, sino también los costos de operación y mantenimiento, hay que tomar en cuenta que el costo debe ser más competitivo que el de las máquinas existentes en el mercado tomado en cuenta la eficiencia y la estética.

Valoración de parámetros.

En todas las alternativas presentadas

intervienen múltiples aspectos, de manera que se deben establecer prioridades, por lo que se aplicó el “Método de Criterios Ponderados”, el cual se basa en tablas donde cada criterio se confronta con los restantes.

Se asignará el valor de 1 en el cuadro si el parámetro de las filas es superior que el de las columnas, el valor de 0,5 si el parámetro de las filas es equivalente al parámetro de las columnas y 0 si el parámetro de las filas es inferior que el de las columnas

Luego del análisis de los parámetros ante mencionados el más eficiente para el caso es el **Empacado Vertical.**

SISTEMA DE SELLADO Y CORTE HORIZONTAL

Sellado y corte horizontal se lo realizará con la apertura de mordazas mediante un cilindro neumático.

Descripción

El sellado horizontal se lo realiza a partir de un cilindro neumático, el mismo que permite el movimiento de las mordazas de sellado, estas

mordazas están montadas sobre unas placas, éste sistema permite sellar la funda por la presión que ejerce el mecanismo.

Este mismo mecanismo tiene adherido un cilindro neumático pequeño el que se acciona para que la cuchilla que se encuentra en él se mueva, provocando de esta manera que se corte el papel de empaque

SELLADO VERTICAL

El Sellado vertical será accionado por un cilindro neumático

Descripción

El sistema de sellado vertical consiste en un mecanismo de barras el cual da una presión de sellado, el dimensionamiento del mecanismo se lo realiza tomando en cuenta la disponibilidad de espacio y la carrera que puede dar el cilindro neumático.

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE SELLADO

Método de mordazas calientes

Descripción

Es considerado el método más común ya que este es empleado en el medio industrial por su facilidad de manejo e implementación. El sellado se consigue por la acción combinada de presión, temperatura y tiempo.

CAPÍTULO 4

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS

Luego de concluir con el análisis y selección de la alternativa más adecuada en el capítulo anterior, se procede a exponer las alternativas escogidas en vista de ser las que permitirán el correcto desempeño de la máquina.

Sistema de sellado vertical

Este sistema será el encargado de sellar verticalmente el material de empackado utilizando una mordaza la misma que será accionada por un cilindro neumático y hará presión contra el tubo distribuidor del sistema de despacho de la máquina.

Mordaza vertical

Ésta mordaza será la encargada de calentar el material de empaque a una temperatura tal que los extremos que han pasado por el cuello formador y estén en forma cilíndrica sean unidos y sellados.

Se debe tomar en cuenta que el dimensionamiento del mecanismo de sellado se basa en la geometría de los elementos, mas no en la resistencia de los mismos ya que es de mucha importancia una correcta

apertura y cierre del mecanismo de sellado.

Se procede a realizar los cálculos pertinentes para seleccionar el cilindro neumático que realizara la acción para el sellado vertical.

Sistema de sellado horizontal

El sistema de sellado horizontal consta de dos mordazas que mediante el método de sellado por mordazas calientes permite el sellado de la parte superior e inferior del material de empaque. El movimiento de las mordazas es producido por un cilindro neumático, el cual garantiza una adecuada presión contra el material. El mecanismo proporciona una apertura adecuada de las mordazas para que en el momento del arrastre, el producto baje sin problemas

Mordaza horizontal

Esta mordaza será la encargada de calentar el material de empaque a una temperatura tal que los extremos que han pasado por el cuello formador y estén en forma cilíndrica sean unidos y sellados.

Se procede a realizar los cálculos pertinentes para seleccionar el cilindro neumático que realizara la

acción para el sellado vertical.

Sistema de traslación de movimiento

Este sistema será el encargado de dar movimiento a la mordaza que se encuentra contraria a la mordaza que posee un cilindro neumático unido a su estructura.

Sistema de verificación y clasificación de fundas

Este sistema es el encargado de clasificar las fundas que cumplan con las características de peso correctas de las incorrectas.

El sistema está compuesto por una mesa que contiene una celda de carga la misma que es la encargada de pesar y enviar la información necesaria para almacenar las unidades producidas.

Sistema de transporte

En vista de que la banda transportadora es necesaria para ayudar en el transporte del producto terminado y facilitar al operario a ubicar en bodega se ha creído conveniente que la banda sea ascendente.

Sistema de clasificación y control de peso.

Luego de realizar el empaqueo del

producto es necesario contar con un sistema de control y clasificación que permita controlar el peso correcto del producto terminado, para esto se utilizara un sistema que consta de un dispositivo electrónico considerado un transductor que se usa para convertir una fuerza en una señal eléctrica, este sensor de peso se encargará de recibir la excitación eléctrica provocada por un peso determinado aplacado a la balanza y trasmitido hacia un indicador de peso.

Celdas de carga por flexión

Esta celda de carga se encargará de enviar los resultados de una fuerza de flexión que actúa sobre ella, entendiéndose así que se aplica desde un extremo hacia el otro entre si y a estos resultados de fuerza los transforma en señales eléctricas.

Se procede a realizar los cálculos pertinentes para seleccionar los cilindros neumáticos para el sistema de clasificación y control de peso

CAPÍTULO 5

SISTEMA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

Para realizar este sistema se empleó componentes de la marca Siemens por ser una marca conocida que brindar confiabilidad.

La pantalla que se seleccionó es la HMI Simatic KTP600 ya que es táctil y cumple con los requerimientos de la empresa además es un elemento compatible con el PLC.

El PLC seleccionado es el Siemens S7- 1200, este presenta las características requeridas.

Una vez determinado el PLC y analizando las entradas y salidas tanto analógicas como digitales se determina que:

Se deberá adquirir un módulo de expansión de entradas y salidas digitales ya que con las que viene el PLC son insuficientes, se seleccionará la expansión CPU 1214C de la Marca Siemens-Sinamic.

Configuración de la HMI

Para configurar la pantalla táctil (touch) se debe establecer la configuración de la HMI con el PLC y a la vez con la PC.

Para el presente proyecto se empleará el Software TIA

Descripción del proceso completo

El proceso inicia una vez que el sistema de arrastre ha sido activado, dando la señal para que la electroválvula que controla el pistón, permita realizar la acción de sellado vertical, la cual permanecerá activada durante cinco segundos, tiempo ideal para un correcto sellado del papel de empaque, al concluir los cinco segundos inmediatamente se activa la electroválvula que acciona el pistón de sellado horizontal que al igual que el anterior tendrá una duración de cinco segundos, concluido este ciclo se activa la tercera electroválvula que acciona al pistón del sistema de corte de la empaque durante cinco segundos, luego de este sistema transcurren dos segundos y se activa el variador que permitiendo el transporte del producto empacado para finalmente llegar al sistema de clasificación y control de peso en el que intervienen dos pistones neumático.

CAPÍTULO 6

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA MÁQUINA

Con la ayuda del diagrama de Gantt se detalla por medio de tablas los

tiempos que tomo la construcción de los elementos de los diferentes sistemas

CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE SELLADO VERTICAL

Para este sistema se emplearon los siguientes materiales y elementos.

Mordazas y placas de aluminio

Aluminio para las placas y las mordazas que intervienen en el sistema de sellado tanto vertical como horizontal.

CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE SELLADO HORIZONTAL

Para este sistema se emplean los siguientes elementos:

- Bocines de bronce fosfórico
- Horquillas de acero
- Tensores de niquelinas

- Aislamiento térmico
- Crucetas

CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

La banda transportadora que está montada sobre dos ejes unidos a dos rodamientos los mismos que dan el movimiento de rotación a estos, la cinta transportadora está hecha de

material especial para alimentos y posee 5 perfiles que facilitan el transporte del producto empacado.

CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y CONTROL DE PESO

El sistema de clasificación y control de peso del producto terminado el cual consta de una base en el que se ubican los cilindros, también posee un tubo para sujetar a la plancha de acero inoxidable.

MONTAJE TABLERO DE CONTROL DEL PLC

El tablero de control está constituido de dos partes, el tablero de potencia en el que se encuentran los variadores y contactares, y el tablero de control donde se encuentra el PLC, expansiones, HMI, fuente, relays, diodo en antiparalelo.

Este tablero está montado sobre una mesa que se ubicara a medio metro del lado izquierdo de la máquina, lugar apropiado ya que no obstaculiza la visibilidad ni afecta en el proceso de producción de empacado del producto.

MONTAJE SISTEMA NEUMÁTICO

Para el montaje del sistema neumático se emplearon los elementos que se detallan a continuación:

- Entrada macho al ingreso del filtro del sistema, para conexión con la salida de la manguera del compresor.
- Reducción de 1/2" a 5/8" para la salida del filtro del sistema.
- Manguera de 5/8".
- Conectores de 5/8" para los cilindros neumáticos y electroválvulas.
- T de unión de manguera de 5/8".

MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL DEL MOTOR

Para el montaje del tablero de control se realizaron los siguientes pasos:

- Se abrió la caja de configuración del motor y se colocó en voltaje bajo.
- Se montó el variador sobre un riel din y este a su vez sobre el tablero de control.

CAPÍTULO 7

PROTOCOLO DE PRUEBAS Y MANTENIMIENTO.

Se han realizado una serie de pruebas a la máquina con la finalidad de verificar el funcionamiento de cada uno de los sistemas tanto individual como de la máquina completa tomado en cuenta las descripciones planteadas.

Se ha determinado probar cada uno de los sistemas construidos y verificar su correcto desempeño tanto pruebas en vacío como con carga.

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento Preventivo

Es la acción técnica que se realiza en una máquina, con la finalidad de detectar algún problema potencial que tenga la máquina con la finalidad de evitar complicaciones en el sistema o de que se produzca un daño y de esta manera impedir una pérdida en la continuidad de la producción.

Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento es la acción técnica que se realiza cuando algún sistema de la maquina ha sufrido

algún desperfecto y es necesario sustituir el elemento defectuoso o si es posible repararlo, todo esto ocasiona pérdidas en la producción.

Mantenimiento Predictivo

Se basa en el conocimiento del estado operativo de una máquina, detectando una falla antes de que esta suceda, permite estimar la vida que le resta a un equipo como por ejemplo aislamiento, rodamientos, recipientes, motores, etc.

Las actividades que se debe realizar en el mantenimiento son:

Inspección

Es el procedimiento de mantenimiento y producción, consistentes en visitas oculares a las diversas áreas industriales, con la finalidad de detectar procedimientos defectuosos, áreas peligrosas y riesgos potenciales, analizando y evaluando dichos riesgos, formulando medidas correctivas y/o controlando correcciones anteriores". Gran parte de los avances y éxitos de la Seguridad, se deben al conocimiento de que determinados riesgos, podían y debían eliminarse y esto era factible mediante la práctica de la Inspección.

Calibración

La calibración consiste en realizar los correctivos de funcionamiento y poner a los equipos en las condiciones iniciales de operación, mediante el análisis de sus partes o componentes, actividad que se hace a través de equipos, instrumentos, patrones o estándares.

Limpieza

Consiste en la remoción de elementos extraños o nocivos a la estructura de los equipos.

Lubricación

Es la acción por medio de la cual se aplica un elemento viscoso entre cuerpos rígidos y móviles, con el fin de reducir la fricción y el desgaste de las partes.

Funcionamiento

Son pruebas que se efectúan a cada equipo, para determinar si el funcionamiento de este, está de acuerdo con las características de rendimiento y seguridad establecidas en el diseño y fabricación de estos. Los equipos que no reúnen estas exigencias se consideran no aptos para la prestación del servicio. Las pruebas deben realizarlas el personal técnico capacitado en cada uno de

los diferentes equipos.

CONCLUSIONES

- Luego de realizar las pruebas necesarias de sellado se determinó que la máquina es más eficiente o produce un sellado perfecto cuando el rango de temperatura está entre los 90 a 120°C, pudiendo así ubicar dentro de este valores para realizar el control on-off de los calefactores.
- Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito se determinó que la temperatura mínima será de 105°C y la temperatura máxima 115°C, ya que estos valores de temperatura se encuentran en los rangos aceptables tanto en sellado vertical como horizontal.
- El error en porcentaje entre la máquina de pesaje diseñada y la balanza comercial de 0,22% se mantiene en las presentaciones de 460 y 1000, pero no así la cantidad en gramos entre mayor es la cantidad a medir mayor es el error en gramos, esto se debe a que la máquina construida es inédita, uniendo sistemas tanto

- mecánicos, como electrónicos; a diferencia de la comercial que se fabrica por miles, sin embargo el error obtenido es bajo y permite a la máquina ser competitiva y fiable.
- El tiempo necesario para que los calefactores produzcan el sellado optimo está en el rango de 1,6 a 3,6 segundos, por tal razón se seleccionó el tiempo de sellado en 2,5 segundos ya que está sobre el tiempo mínimo para que el empaque se una sin producir fugas y está bajo la temperatura en la que el sellado daña al material de empaque por exceso de calor.
 - El tiempo de respuesta al cerrado de las compuertas no es inmediato demora 0.57 segundos, es este el tiempo máximo al que se puede reducirlo, ya que de esta manera trabaja a la presión máxima admitida en los rangos de tolerabilidad de los elementos mecánicos que es de 5.2 bares, si se aumentaría la presión el tiempo reduciría para el cierre pero de la misma manera se reduciría la vida útil de los elementos mecánicos.
 - El sistema de clasificación de pesaje tiene un error de 1.704% total, sin embargo en la presentación de 460 gr el error es superior a la media y en la presentación de 1000 gr es inferior a la media. Estos errores se deben a que la constante de exceso y un error ya se trasmite del sistema anterior de pesaje y a la dificultad de integrar el pesaje y clasificación en un solo sistema.
 - La máquina concluida luego de haber realizado las pruebas y las calibraciones necesarias obtuvo un error promedio entre sistemas de 5,33 gramos, cabe recalcar que es una diferencia entre sistemas no la diferencia o error total, y al ser construidos de manera diferente son sistemas medidores de peso totalmente distintos y al integrarlos dan un índice de error relativamente bajo que se encuentra bajo el error de medición obtenido en el capítulo de la situación actual de la empresa que era de 16,815gramos.

RECOMENDACIONES

- Analizar el comportamiento de los diferentes sistemas de la máquina a construir en comparación con los de una máquina existente, con la finalidad de determinar la factibilidad del proyecto y considerar si éste puede dar solución a los problemas existentes en la industria.
- Realizar calibraciones en los diferentes sistemas con la finalidad de obtener una máquina con procesos eficientes que contribuya a obtener una producción en serie de calidad.
- Verificar el funcionamiento de los sistemas con la finalidad de si existen sistemas que realicen la misma función simplificar esfuerzos en el funcionamiento y calibración de los mismos.
- Desertar de los elementos que impliquen un peligro para el desempeño de la máquina substituyéndolos por aquellos que brinden seguridad en la industria.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS y MANUALES

- Almiron M. Julio de 2008. Definición de diseños neumáticos., P.Croser,F.Ebel:Nematica básica. Festo Didactic.Esslinger 2003.
- D. Roullonds, pág. 12, catálogo de bandas transportadoras
- Creus Solé, Antonio, Neumática e Hidráulica. Editorial Alfaomega. 2007.
- García, Moreno Emilio, Automatización de Procesos Industriales, Editorial Servicio de Publicaciones Camino de Vera. Valencia.
- INEN. (1981) Panela sólida y Panela Granulada. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma INEN 331 P 2.3.:2001
- Jiménez, Salvador, Instalaciones Neumáticas, 1era Edición, Editorial UOC. España 2003.
- Malvino, A, Principios de Electrónica, 6ta Edición, Editorial McGraw-Hill interamericana de España S.A.U.
- Mott, R, Diseño de Elementos de Máquinas, 4ta. Edición, Editorial Prentice Hall. México 2006.

- Piedrafita Moreno, Ramón, Ingeniería de la Automatización Industrial. Editorial Alfaomega. 2004.
- Rodriguez,B.G. La panela en Colombia frente al nuevo milenio. EnCorpaica-Fedepanela, Manual de Caña de Azúcar, 2000.
- Sandoval G. Producción Mecánica de Panela Granulada. Proyecto de investigación. Universidad Técnica de Ambato P 24.25.2004.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

REFERENCIAS

- Agroindustrias San Jacinto y compañía peruana de azúcar. Calendario 2001. Corte y transporte de la caña de azúcar, <http://ekeko2.rcp.net.pe/spero/cortetransportecana.htm>
- A.Serrano,Nicolas. Neumática Practica, www.sapiensman.com/neumatica9.htm.
- Áviles. Fuera de rozamiento, /proyectos/fisquiweb/Apuntes/Apuntes1Bach/ FuerzasRoz.pdf
- Antonio Miravete, página 194,transportadores y elevadores

- Bandas trasportadoras. 2010, <http://fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/>
- Bonomi. Máquinas Selladoras, www.bonomi-resistencias.com.ar/selladoras.html
- Bronce Fosfórico, <http://www.tetraflon.com/es/barras/bronce.html>
- Cabrera. 8 de agosto de 2012. cintas trasportadoras Paneta granulada transid/teorico/Clase4-cintas.pdf
- Cadena, Játiva y Loaisa. 29 de marzo de 2010. Pruebas de clarificación y concentración del jugo de caña en unas paneleras e acero inoxidable, <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/99>
- Características del Aluminio, www.emmegroup.com/
- Características Bronce Fosfórico <http://www.bronce.biz/bronce/caracteristicas-del-bronce.html>
- Características el acero, <http://www.arqhys.com/construccion/acero-caracteristicas.html>
- *Cintas trasportadoras. 14 de enero de 2013, es.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora*
- *Cintas trasportadoras. 14 de enero de 2013 http://es.m.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora*
- Comunidad internacional de electrónica. 2000-2013. Soldado o Sellado con ultrasonido, <http://www.forosdeelectronica.com/f12/soldado-sellado-ultrasonido-10832/>
- Copyright. 2013. Inyección de gas, www.henkelman.com/es/tecnologia/inyeccion-de-gas.
- Copyright. 2005-2009 Celdas e carga, www.ispc.com.mx/spc_celdas
- Diseño del plan de documentación para la implementación de buenas prácticas. Marzo 2009, books.google.com.ec/books
- Ep Moreno. 2010. Repositorio digital EPN, <http://bolsasfasil.galeon.com/productos849985.html>
- Ferun. AISI 304, <http://www.ferrumaceros.com/aceros4.htm>
- Foa. 2006. Panela granulada, http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Procesados/PDV2.HTM
- Generalidades del Aluminio,

- <http://docseurope.electrocomponents.com/webdocs/0da9/0900766b80da904e.pdf>
- Generalidades de las empacadoras, <http://www.directindustry.es/prod/delkor-systems/empacadoras-de-barquillas-58650-383758.html>
 - Industrialización de jugo de caña. 25 de mayo de 2009. Extracción del jugo de caña, <http://industrializacionjugocana.blogspot.es/>
 - Mantenimiento preventivo, <http://www.google.com.ec>
 - Manual goodyear, pag 62
 - Nutridieta. 3 de Agosto de 2012. Beneficios de azúcar panela, <http://www.nutridieta.com/beneficios-del-azucar-panela/>
 - Ovelma. Febrero de 2013, Selladoras de impulso, www.industriasovelma.com/wp/gallery/selladoras-de-impulso.
 - Ovelma. Febrero de 2013, Selladoras de calor constante tipo mordaza, www.industriasovelma.com/wp/gallery/selladoras-de-calor.
 - Pam. 2010. Bandas transportadoras y correas transportadoras de materiales idoneos, <http://www.procesosautomatizados.com/banda-transportadora.htm>
 - Pirámide del control SCADA, <http://fiis.unheval.edu.pe/laboratorios/laboratorio-cim.html>
 - P Croser, F Ebel. 2003. Neumática básica. festo didactic, <http://st32caren2.blogspot.com/2008/07/definicion-desistemas-mecnicos.html>
 - Polipropileno. 14 de agosto de 2005, www.Textoscientificos.com/polimeros/polipropileno.
 - Siemens. Controlador lógico programable, <http://www.swe.siemens.com>
 - Sumitec. Acero AISI-SAE 1045, <http://www.sumiteccr.com/>
 - Tecnología de los polímeros, 16 de julio de 2012, Polietileno, <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>
 - Wikipedia. 15 de marzo de 2012. Celdas de carga, http://es.wikipedia.org/wiki/Celda_de_carga



TECHNICAL UNIVERSITY NORTH
FACULTY OF ENGINEERING IN APPLIED SCIENCE
MECHATRONICS ENGINEERING CAREER

ARTICLE ENGLISH

TOPIC

**"MACHINE PACKING & WEIGHT FOR PANELA
GRANULADA"**

Author: Gabriela del Rocío León Corrales

Tutor: Ing. Octavio Arias

Ibarra - Ecuador

GENERAL SUMMARY

Imbabura Province through history has been characterized as an agricultural and main producer of sugar cane, which is the raw material for the production of sugarcane and sugar.

The main objective is to introduce technology and automate the process of producing granulated sugar with weight control, inventory of units produced, with this added value save time and money, providing greater customer satisfaction.

For the above reasons this project is focused on improving productivity, in series, automated, high quality control, hygiene, accurately and thus be more competitive in the markets.

CHAPTER 1

SEALING MACHINES

The sealing machines are those used to give a product tightness and thus prevent it from contaminating external agents.

For the development of the next generation of these machines, builders have merged to previous mechanical systems, new tires and

electronic systems, thereby obtaining a higher cost of construction considering that this will get an agile production capacity reducing time and enhances the sealing quality.

PACKING MATERIAL

Polyethylene plastic is considered the most common because it is an inexpensive material, is mainly used in packaging and plastic bags.

TECHNICAL PAPER SEALED

Hot Grips

The sealing is achieved by the combined action of pressure, temperature and time.

This method generates the union of plastic materials by means of pressure and heat supply, here the temperature is controlled throughout the process, this type of seal is ideal split plastics such as polyethylene.

CHAPTER 2

DIAGNOSIS OF STATE FOR THE PRODUCTION PROCESS OF PANELA GRANULADA

The granulated sugar is the result of

dehydration and crystallization of sucrose only by evaporation, this process allows the panela keep more healthy nutrients than sugar.

The granulated sugar differs from white sugar and brown sugar for flavor but more so by the nutritional content even surpassing the nutritional value of honey.

The granulated sugar contains essential minerals for a balanced diet such as iron, magnesium, potassium and phosphorus.

PANELA PROCESS OF GRANULADA

There are a number of steps to be followed to get the list granulated sugar for human consumption. Cutting and transporting sugar cane This is the beginning of the process because it makes the cultivation of sugarcane after serving with the maturation process, later to be transferred to the place of processing

Juicing

This process is performed in a mill the same separating the juice from the bagasse.

Clarification of cane juice

Within this process, the firing is

conducted cane juice in a pan at a temperature of 50 to 55 ° C.

Evaporation of cane juice

In this process, the heat in the water phase change (from liquid to vapor), removing about 90% of the water present

Plucking

This is done in the last pan to a temperature greater than 100oC, here you should be very careful and avoid error or oversight by a burn and miss effort production and previous stages.

Shake and cooling

This process is performed in a trough, honey here is not in contact with the burner.

In this step we proceed to beat until the honey be transformed into panela.

Once ready, sugar cane, for granulation proceeds to crush and break large pieces into smaller brown sugar.

Granulation and drying of panela

This is where sugar cane is transformed into small pieces until the panela as thin as possible to avoid it

forms a dough.

Following the panela pulls moisture is kiln which is from 60 to 70oC is the kitchen and finally ready to be weighed and packaged.

Heavy Manual

The brown sugar sifted and dried once it is ready and is transported back to his heavy and packed. The person in charge of heavy panela takes a certain amount of input on the packing material and is increasing or decreasing the amount depending on the requirement.

CHAPTER 3

STUDY SELECTION AND SUITABLE ALTERNATIVE

To make the selection of the alternative indicated was used Ponderaos Criteria Method

PARAMETERS FOR THE EVALUATION OF ALTERNATIVES

We considered the following aspects to be evaluated in selecting the best alternative

Efficiency

It is based on the performance of all

elements to engage the normal operation for which the machine was designed. It is of great importance this parameter inside the machines because it is intended for the production within a continuum, if it would fail would be very serious setbacks as the delay in production.

Ease of manufacturing

This approach involves simplifying the systems without leaving aside the benefits of current technology. Besides the parts that constitute the systems should be able to be built with domestic technology with commercially available materials and components readily available.

Ease of maintenance

The maintenance on a machine is vital to lengthen its life, all systems and elements that comprise the machine are subject to failure so they must be designed so that there is a possibility to repair or replace. This implies that the selection of alternatives should consider the ease to get to a certain element in a set, for assembly tasks and / or maintenance.
Cost

It is a decisive parameter when selecting an alternative because it

involves not only the initial cost of the machine consists of materials, equipment, manufacturing and technology, but also the costs of operation and maintenance, take into account the cost should be more competitive than the existing machines on the market taking into account the performance and aesthetics.

Rating parameters.

In all alternatives presented involves multiple aspects, so that priorities must be set, so it was applied "Weighted Criteria Method," which is based on tables where each criterion is compared with the other. Be assigned the value of 1 in the box if the row parameter is greater than that of the columns, the value of 0.5 if the row parameter is equivalent to the parameter of the columns and 0 if the row parameter is lower than that of the columns

After the analysis of the parameters mentioned before the most efficient for the case is the Vertical Packaging.

SEALING AND CUTTING SYSTEM HORIZONTAL

Sealing and horizontal cut made it to

the opening of jaws by a pneumatic cylinder.

Description

Horizontal sealing is performed from a pneumatic cylinder, it allows movement of the sealing jaws, these jaws are mounted on plates, this system allows the sleeve to seal the pressure exerted by the mechanism. This same mechanism is attached a pneumatic cylinder which actuates small so that the blade that it is moving, thereby causing the paper to be cut packaging

VERTICAL SEAL

Vertical Sealing be powered by a pneumatic cylinder

Description

The system consists of a vertical sealing bar mechanism which gives a sealing pressure, the mechanism sizing is done taking into account the availability of space and the race that can give the gas cylinder.

SEALING METHOD SELECTION

Hot jaws method

Description

It is considered the most common method as this is used in the industrial environment for its ease of use and implementation. The sealing is achieved by the combined action of pressure, temperature and time.

CHAPTER 4

CALCULATION AND SELECTION OF MECHANICAL ELEMENTS

Following completion of the analysis and selection of the most suitable alternative in the previous chapter, we proceed to explain the choices made be given which enable the proper performance of the machine.

Vertical sealing system

This system will be responsible for sealing packing material vertically using a clamp it will be powered by a pneumatic cylinder and to press against the tube clearance system distributor machine.

Vertical Clamp

This gag will be responsible for packing material heated to a temperature such that the ends that have passed through the neck trainer and are in cylindrical form are attached and sealed.

It should be noted that the dimensioning of the sealing mechanism is based on the geometry of the elements, but not in the strength thereof and is of great importance that a correct opening and closing of the sealing mechanism.

We proceed to make the necessary calculations to select the pneumatic cylinder to undertake action for vertical sealing.

Horizontal sealing system

The system consists of two horizontal sealing jaws by the method of sealing hot jaws allows sealing the top and bottom of the packing material. The movement of the jaws is produced by a pneumatic cylinder, which guarantees an adequate pressure against the material. The mechanism provides a suitable opening of the jaws so that when skidding, the product down smoothly

Horizontal clamp

This gag will be responsible for packing material heated to a temperature such that the ends that have passed through the neck trainer and are in cylindrical form are

attached and sealed.

We proceed to make the necessary calculations to select the pneumatic cylinder to undertake action for vertical sealing.

Motion translation system

This system will be responsible for giving motion to the jaw which is contrary to the jaw that has a pneumatic cylinder attached to its structure.

System verification and classification of cases

This system is responsible for classifying the cases that meet the characteristics of correct and incorrect weight.

The system consists of a table which contains a load cell is the same despite the charge of sending the required information and to store the produced units.

Transport system

Since the conveyor belt is needed to help in transporting the finished product and facilitating the operator to locate the winery has seen fit that the band is uphill. Classification system and weight

control.

After performing product packaging is necessary to have a control system that allows classification and control the correct weight of the finished product, this was done for a system consisting of an electronic device considered a transducer is used to convert a force into an electrical signal, the weight sensor is responsible for receiving the electrical excitation caused by a given weight balance placated and transmitted to a weight indicator.

Bending load cells

This load cell will forward the results of a bending force acting on it, understood and applied from one end to the other to each other and these results force transforms them into electrical signals.

We proceed to make the necessary calculations to select the pneumatic cylinders for the classification system and weight control

CHAPTER 5

AUTOMATION AND CONTROL SYSTEM

To make this system was used by

Siemens components for being a brand known to provide reliability. The screen is selected Simatic HMI KTP600 as it is tactile and meets the requirements of the company is also an element compatible with the PLC. The selected PLC is Siemens S7-1200, this has the required characteristics.

Once the PLC and analyzing the inputs and outputs both analog and digital is determined that: It must acquire an expansion module inputs and digital outputs and comes with the PLC are insufficient, the expansion is selected CPU 1214C Brand Siemens-Sinamics.

Configuring the HMI

To configure the touch screen (touch) you must set the configuration of the HMI with PLC and simultaneously with the PC.

For this project we will use the TIA Software

Complete process description

The process begins once the drive system has been activated, giving the signal for the solenoid that controls the piston allows to perform vertical sealing action, which remain on for five seconds, ideal time for proper

sealing of paper packing, at the end of five seconds immediately triggers the solenoid which drives the horizontal sealing piston as above have a duration of five seconds, terminate this third cycle activates the solenoid which drives the piston cutting system the packaging for five seconds, after two seconds pass this system and activates the drive that allowing the transport of the packaged product to finally get to the classification system and weight control in which two pneumatic pistons.

CHAPTER 6

CONSTRUCTION AND ASSEMBLY MACHINE

With the help of detailed Gantt charts through the times I take the construction of the elements of the various systems

SEALED SYSTEM CONSTRUCTION VERTICAL

For this system, we used the following materials and elements. Grips and aluminum plates Aluminum plates and jaws involved in the system of vertical and horizontal sealing silly.

SEALED CONSTRUCTION SYSTEM HORIZONTAL

For this system, the following elements are used:

- Phosphoric bronze Bocines
- Steel Forks
- Niquelinas Tensioners
- Thermal insulation
- Crosses

CONSTRUCTION TRANSPORT SYSTEM

conveyor belt which is mounted on two axes two bearings attached to the same rotational movement given to, the conveyor belt is made of special material for foods and has 5 sections that facilitate the transport of the packaged product.

CLASSIFICATION SYSTEM CONSTRUCTION AND WEIGHT

The classification system and weight of the finished product which consists of a base on which the cylinders are located, also has a tube to hold the stainless steel plate.

CONTROL PANEL ASSEMBLY PLC

The control panel consists of two parts, the power board which are the drives and contact you, and the control board where the PLC, expansions, HMI, source, relays, diode in antiparallel. This board is mounted on a table that was located a foot from the left side of the machine, and appropriate location that does not obstruct or affect visibility in the production process of the product packaging.

TIRE MOUNTING SYSTEM

To assemble the pneumatic system used the items listed below:

- Input filter male admission system for connection to the output of the compressor hose.
- Reduction of 1/2 "to 5/8" to the filter output of the system.
- Hose 5/8 "
- Connectors 5/8 "for pneumatic cylinders and valves.
- T hose bonding 5/8 ".

MOUNTING THE ENGINE CONTROL BOARD

To install the control board performed the following steps:

- He opened the box engine configuration and placed in low

voltage.

- The drive was mounted on a DIN rail and this in turn on the control board.

CHAPTER 7

PROTOCOL TESTING AND MAINTENANCE.

There have been a series of tests on the machine in order to verify the performance of each individual and systems of the complete machine descriptions taken into account raised.

It has been determined test each of the systems built and verify proper test performance both in vacuum and under load.

MAINTENANCE ROTOCOL

Preventive Maintenance

Technique is the action that takes place in a machine, in order to detect any potential problem that the machine has the purpose to avoid complications in the system or that there is damage and thereby prevent a loss of continuity of production.

Corrective Maintenance

This is the technical maintenance is performed when a machine system has suffered some damage and you need to replace the defective item repaired if possible, all this causes losses in production.

Predictive Maintenance

Knowledge is based on the operating state of a machine, detecting a failure before it happens, to estimate the life that detracts from a team such as isolation bearings, containers, motors.

The activities to be performed in the maintenance are:

Inspection

It is the maintenance and production process, consisting of ocular visits to various industrial areas, in order to detect faulty procedures, hazardous areas and potential risks, analyzing and evaluating these risks, formulating corrective measures and / or monitoring above corrections. " Much of the progress and successes of Safety must be the knowledge that certain risks, could and should be removed and this was possible through the practice of the Inspection.

Calibration

The calibration consists of performing corrective operation and put the teams in the initial operating conditions, by analyzing parts or components, activity is done through equipment, instruments, patterns or standards.

Cleaning

It consists in the removal of harmful foreign elements or the structure of the equipment.

Lubrication

Is the action by which applies a viscous element between rigid and movable bodies, in order to reduce friction and wear of the parts.

Operation

These are tests that are performed at each team to determine if the operation of this, is in accordance with the security and performance characteristics established in the design and manufacture of these. Computers that do not meet these requirements are considered unfit for service. Tests should be performed by trained technical staff in each of the different teams.

CONCLUSIONS

- After performing the necessary tests determined that sealing machine is more efficient and produces a perfect seal when the temperature range is between 90-120 ° C, thus being able to locate within this values for on-off control of the heaters.
- Considering the above described it was determined that the minimum temperature is 105 ° C and the maximum temperature 115 ° C, since these temperature values are in acceptable ranges sealed both vertically and horizontally.
- The percentage error between the weighing machine designed and trade balance 0.22% is held in 460 presentations and 1000, but not the amount in grams the higher the amount greater the error measure in grams This is due to the machine is constructed unpublished both mechanical joining systems, such as electronic, unlike that is manufactured by the thousands, however the error obtained is low and enables the machine to be competitive and reliable.
- The time required to produce the sealing heaters optimum is in the range of 1.6 to 3.6 seconds, therefore

it was selected sealing time of 2.5 seconds, which is the minimum time for the Packaging is one without leakage and is under the temperature at which the sealing packing material damaged by excess heat.

- The response time of the gates closed is not immediate 0.57 seconds delay is the maximum time which can reduce, and in this way works to the maximum allowed pressure in the ranges of tolerance of the mechanical elements is of 5.2 bar if the pressure increase time to reduce the closure in the same way but would reduce the life of the mechanical elements.
- The classification system has an error weighing 1,704% overall, however in 460 gr presenting the error is higher than average and the presentation of 1000 g is below average. These errors are due to constant excess and transmits an error already weighing above system and the difficulty of integrating weighing and classification in a single system.
- The machine completed after performing the tests and calibrations obtained an average error of 5.33 grams between systems, it should be emphasized that it is a difference between non-difference or total error,

and to be constructed differently are systems weight gauges integrate completely different and get a relatively low error rate that is under measurement error obtained in the chapter on the current situation of the company was 16,815 grams.

RECOMMENDATIONS

- Analyze the behavior of different machine systems to build compared to an existing machine, in order to determine the feasibility of the project and see if this can solve the problems in the industry.
- Perform calibrations in various systems in order to obtain a machine with efficient processes that contribute to obtaining a quality series production.
- Check operation of the systems in order if there are systems that perform the same function in efforts to simplify the operation and calibration thereof.
- Defect of the elements that involve a threat to the performance of the machine replacing them with those that offer security in the industry.

REFERENCES

BOOKS AND MANUALS

- Almiron M. July 2008. Defining tire designs., P.Croser, F.Ebel: Basic nematic. Festo Didactic.Esslinger 2003.
- D. Roullonds, p. 12 conveyor belts catalog
- Creus Solé, Antonio, Pneumatics and Hydraulics. Editorial Alfaomega. 2007.
- Garcia, Emilio Moreno, Process Automation, Service Publications Editorial Camino de Vera. Valencia.
- INEN. (1981) solid Panela Brown Sugar. Requirements. Ecuadorian Standardization Institute. INEN 331 P 2.3 standard.: 2001
- Jimenez, Salvador, Pneumatic Facilities, 1st Edition, Editorial UOC. Spain 2003.
- Malvino, A, Principles of Electronics, 6th Edition, McGraw-Hill American in Spain SAU
- Mott, R, Design of Machine Elements, 4th. Edition, Prentice Hall Publishing. Mexico 2006.
- Piedrafita Moreno, Ramon, Industrial Automation Engineering. Editorial Alfaomega. 2004.
- Rodriguez, B. G. The panela in

Colombia against the new millennium. EnCorpaica-FEDEPANELA, Sugarcane Handbook, 2000.

- G. Sandoval Mechanical Production of Brown Sugar. Research project. Technical University of Ambato P 24.25.2004.

ELECTRONIC ADDRESSES REFERENCES

- Agribusiness San Jacinto and sugar Peruvian company. Calendar 2001. Court and transportation of sugarcane, <http://ekeko2.rcp.net.pe/rough/cutcanetransport.htm>
- A.Serrano, Nicolas. Air Practice, www.sapiensman.com/neumatic9.htm.
- Aviles. Outside of friction, / proJects/fisquiweb/Nots/Nots1Bach/ForcesRoz.pdf
- Antonio Mirabete, page 194, conveyors and elevators
- Conveyor belt. 2010, <http://fing.edu.uy/iimpi/academic/degree/>
- Bonomi. Sealing Machines, www.bonomi-resistence.com.ar/sealing.html
- phosphor bronze,

<http://www.tetraflon.com/es/barras/bronze.html>

- August Cabrera.8 Panela granulated transporter transid/teorico/Clase4-cintas.pdf 2012.cintas
- Chain and Loaysa Xativa. March 29, 2010. Tests clarification and concentration of cane juice in a panela and stainless steel, <http://repositori.utn.edu.ec/handle/123456789/99>
- Features Aluminum, www.emmegroup.com/
- Phosphoric Bronze Features <http://www.bronze.biz/bronze/characteristics-of-bronze.html>
- Features steel, <http://www.arqhys.com/construction/a-steel-characteristics.html>
- Conveyor belts. January 14, 2013, [es.wikipedia.org / wiki / Cinta _ transportadora](http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora)
- Conveyor belts. January 14, 2013 http://es.m.wikipedia.org/wiki/conveyor_belt
- international electronics community. 2000-Sealed 2013.Soldado or ultrasound, <http://www.electronicforums.com/f12/ultrasonic-sealing-soldier-10832/>
- Copyright. 2013. Gas injection technology www.henkelman.com/es/

injection-of-gas.

- Copyright. 2005-2009Cells rating, [www.ispc.com.mx / spc_cells](http://www.ispc.com.mx/spc_cells)
- Design documentation plan for the implementation of best practices. March 2009, [books.google.com.ec / books](http://books.google.com.ec/books)
- Moreno Ep. 2010. Digital Repository EPN, <http://bolsasfasil.galeon.com/productos849985.html>
- Ferun.AISI 304 <http://www.ferrumsteel.com/steel4.htm>
- Foa. 2006. Granulated sugar, [http://www.fao.org/inpho_archive/content / documents/vlibrary/ AE620s/Processed/PDV2.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Processed/PDV2.HTM)
- Overview of Aluminum, <http://docseurope.electrocomponents.com/webdocs/.pdf>
- Overview of the packers, [http://www.directindustry.es/prod/delkor-systems/ nacelles-packing 58650-383758.html](http://www.directindustry.es/prod/delkor-systems/nacelles-packing-58650-383758.html)
- Industrialization cane juice. May 25, 2009. Removing the cane juice, <http://industrializationcanejuice.blogspot.es/>
- Preventive Maintenance, <http://www.google.com.ec>
- goodyear Manual, page 62
- Nutrition diet. August 3, 2012. Benefits panela sugar, <http://www.nutridieta.com/beneficios->

del-azucar-panela/

- Ovelma. February 2013, Impulse Sealers,

[www.industriessovelma.com/ wp / gallery / sealing-of-momentum.](http://www.industriessovelma.com/wp/gallery/sealing-of-momentum)

- Ovelma. February 2013, constant heat sealers type gag, [www.industriessovelma.com / wp / gallery / sealing-in-heat.](http://www.industriessovelma.com/wp/gallery/sealing-in-heat)

- Pam. 2010. Conveyor belts and straps transporter idoneoas materials, <http://www.procesosautomecanizados.com/banda-transportadora.htm>

- SCADA control pyramid, [http://fiis.unheval.edu.pe/laboratorios / laboratory-cim.html](http://fiis.unheval.edu.pe/laboratorios/laboratory-cim.html)

- P Croser, F Ebel. 2003. Basic Pneumatics. festo didactic, <http://st32caren2.blogspot.com/2008/07/definicin-desistemas-mecnicos.html>

- Polypropylene. August 14, 2005, [www. Textoscientificos.com / polymer / polypropylene.](http://www.Textoscientificos.com/polymer/polypropylene)

- Siemens. Programmable logic controller, <http://www.swe.siemens.com>

- Sumitec. AISI-SAE 1045 Steel, <http://www.sumiteccr.com/>

- Polymer Technology, July 16, 2012, Polyethylene, [http:// tecnologíaof plastic.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html](http://tecnologíaofplastic.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html)

- Wikipedia. March 15, 2012. Load cells, [http://es.wikipedia.org/wiki/ Load_cell](http://es.wikipedia.org/wiki/Load_cell)