



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

INFORME TÉCNICO

TEMA:

**“REDISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA
PELETIZADORA PARA LA PLANTA DE BALANCEADOS ESPEJO”**

AUTORA: ERIKA MAGALI GRANDA CHUQUIN

DIRECTOR: ING. OCTAVIO ARIAS

Ibarra – 2012

“REDISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA PELETIZADORA PARA LA PLANTA DE BALANCEADOS ESPEJO”

RESUMEN

El presente trabajo presenta el rediseño y automatización de la máquina peletizadora de la planta de balanceados Espejo, realizado con la finalidad de mejorar la producción y calidad del proceso, solucionando problemas existentes. Esta máquina tiene la capacidad de producir 100 kg de pellet en una hora de manera continua, sin la intervención de personal en ningún punto del proceso, el producto terminado es húmedo por lo que requiere ser secado.

PALABRAS CLAVES: automatización, acondicionamiento, balanceados, banda transportadora, control, peletizadora, pellets, plc, sensores

ERIKA GRANDA

Tesista
Universidad Técnica del Norte
erika-granda@hotmail.com

OCTAVIO ARIAS

Ing. Mecánico
Director de Tesis
Universidad Técnica del Norte
octa88@latinmail.com

1. INTRODUCCIÓN

La planta de balanceados Espejo fue creada con la finalidad de abastecer a los habitantes de la zona con la cantidad suficiente de balanceado y a la vez para realizar las practicas estudiantiles, pero debido al inadecuado funcionamiento de la maquina peletizadora y a la mala presentación del pellet se detuvo esta producción elaborando así únicamente balanceado en polvo el cual no tiene mayor demanda y no resulta rentable.

El empleo de varias personas, la mala presentación del producto, el tiempo destinado a este trabajo y sobretodo el mal funcionamiento de la maquinaria son los principales inconvenientes que presenta el actual proceso.

Se desea rediseñar y automatizar la máquina peletizadora para mejorar los inconvenientes que presenta el proceso actual tratando de ajustar el diseño de ésta, a las condiciones locales y a las necesidades de la empresa, teniendo como finalidad satisfacer el requerimiento de la industria por maquinaria eficiente, de buena calidad y a un precio competitivo.

2. CONTENIDO

PLANTA DE BALANCEADOS ESPEJO

A continuación, se indican las partes y el estado inicial de la planta de balanceados:

Zona de almacenamiento de materias primas:

Cuenta con un silo cerrado, para evitar la entrada de aves, roedores y otros animales no deseables. La capacidad de almacenamiento es de 10 toneladas. La carga se realiza por la parte superior, a través de un transportador de cadena y la descarga por medio de un tornillo sin fin, construido en la parte baja en donde la descarga puede ser regulada.

FIGURA 1. Zona de Almacenamiento



Zona de molienda: El área de molienda es donde los granos son transformados en partículas más pequeñas, la planta posee el molino de martillos el cual es encargado de pulverizar y desintegrar la materia prima introducida en él. Los martillos están acoplados al eje; y todo el conjunto se aloja en una carcasa, la misma que posee placas de molienda

FIGURA 2. Molino de Martillos



Zona de dosificación y mezclado: Luego del proceso de molido los ingredientes se mezclan para que el alimento quede perfectamente homogéneo; La planta cuenta con una mezcladora vertical que posee un tornillo helicoidal vertical giratorio situados en un recipiente cilíndrico cónico.

FIGURA 3. Mezcladora



Zona de peletizado: La planta cuenta con una máquina peletizadora, es la parte central de las operaciones en una planta de producción de balanceados, los errores o complicaciones que presentaba la máquina son:

- Ingreso manual del producto a peletizar
- Atascamiento en la tolva de alimentación

- Dosificación manual del vapor
- Caldero dañado
- Atascamiento del extrusor
- No existe protección en las bandas del motor del extrusor
- Movimiento de la Criba

FIGURA 4. Peletizadora



Zona de Secado: El proceso de secado consiste en eliminar la humedad del pellet.

PELLET

El pellet es una pequeña porción de material aglomerado o comprimido en este caso es el pellet alimenticio que se utiliza para la nutrición de los animales.

PELETIZADORA

Una peletizadora es una máquina que tiene como trabajo o actividad transformar o convertir la materia prima en pellet, que son piezas pequeñas formadas por la adición de vapor.

FUNCIONAMIENTO

El proceso de peletizado consiste en añadir vapor a una mezcla de harina, la misma que luego de ser humedecida es sometida a la presión de rodillos que empujan el material a través de un dado, obteniéndose así el pellet, este proceso se suele hacer en dados planos o verticales.

PARTES DE LA PELETIZADORA

Alimentador o Tolva de Alimentación: La tolva de alimentación es la primera etapa de funcionamiento, se deposita el balanceado en forma de harina para ser procesado, según la capacidad de producción se realiza el diseño de la tolva.

Acondicionador: El acondicionador de una máquina peletizadora es básicamente un transportador de paletas al cual se le inyecta vapor de agua a una temperatura y presión predeterminada a fin de entregarle a la harina la humedad necesaria para que se adquieran las propiedades requeridas para generar el balanceado.

Recomendaciones para producir alimentos peletizado:¹

- Tiempo de acondicionamiento mínimo 90 segundos, pero es preferible 270 a 350 segundos dependiendo de los ingredientes que se incorporan en la formula. El tiempo de residencia se puede ajustar cambiando el ángulo de las paletas y/o disminuyendo la velocidad del acondicionador.

Extrusor: Un extrusor es un tornillo que gira en un cilindro, transportando el material obtenido del acondicionador hacia la matriz peletizadora.

Matriz Peletizadora: Básicamente está formada por un disco formado con rodillo en donde ingresa el balanceado y por la presión que ejerce estos son expulsados del disco formándose los pellets.

Elevador de cangilones: Constan de una cinta ó cadena motora accionada por una polea de diseño

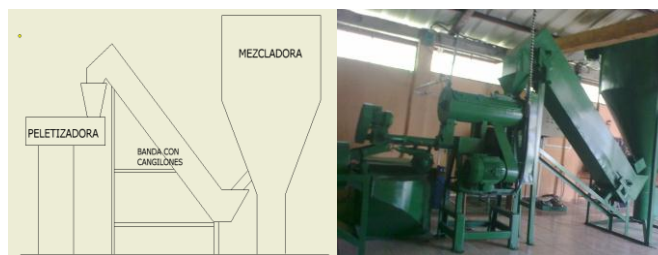
especial (tipo tambor) que la soporta e impulsa, sobre la cual van fijados un determinado número de cangilones. El cangilón es un balde que puede tener distintas formas y dimensiones. Van unidos a la cinta o cadena por la parte posterior, mediante remaches o tornillos, en forma rígida o mediante un eje basculante superior cuando trabajan montados sobre cadenas para transporte horizontal.

DISEÑO BANDA TRANSPORTADORA

Utilizada para transportar el balanceado obtenido de la

Mezcladora hacia la tolva de la máquina peletizadora. Se realiza el diseño de una banda transportadora con cangilones. En vista de que se debe acoplar la banda transportadora en el espacio existente entre la máquina mezcladora y la máquina peletizadora se procede a medir el lugar que debe ocupar la banda, de donde obtenemos los siguientes valores:

FIGURA 6. Ubicación Banda Transportadora



Donde:

H: altura de descarga = 165c m = 5.41 pies

H1: altura de carga = 62 cm = 2.034 pies

L: longitud de transporte= 234,764c m = 7,70 pies

α : ángulo de inclinación = 44,65 °

Tipo de Carga: por dragado

Tipo de descarga: por fuerza centrífuga

¹ Julián David Escobar Atehortúa, Diseño conceptual maquina peletizadora, <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/disenio-conceptual-maquina-peletizadora-t3077/124-p0.htm>

Para el desarrollo de este elemento se tomo como referencia el Catalogo de Martín² y el Código ANSI CEMA de donde obtenemos las características del producto a transportar. Se conoce que en la salida de la mezcladora se tiene un flujo de 184 Kg/h y una densidad de producto de 721 Kg/m³

Material: La mezcla que se preparo tiene maíz molido, morochillo molido, soya molida entre otros, por lo que de la tabla N°1 se escoge el material con las características mas similares al que se esta procesando, en este caso se opto por el maíz a medio moler

TABLA 1. Características del material a transportar

Peso especifico: 45 lb/pies³= 721 kg/m³

Material	Peso (lbs/pies ³)
Maíz en grano	56
Maíz a medio moler	40-45
Maíz, Cascara	45
Maíz, en germen	21
Maíz en harina	32-40
Mica en escamas	17 - 22
Mortero Mojado	150

CAPACIDAD DE TRASPORTE³

La capacidad de transporte (Q') equivale al caudal de alimentación del material

² Manual para el diseño de transportadores

³ Federico Rolt, Elevador de Cangilones, <http://es.scribd.com/doc/54549369/Elevador-a-Cangilones>

$$Q' = Q/\gamma$$

DONDE:

Q= volumen del balanceado (184 kg/h) =

γ = peso especifico del producto (721 kg/m³)

$$Q' = Q/\gamma$$

$$Q' = 184/721$$

$$Q' = 0.26 \frac{m^3}{h}$$

ANCHO DE BANDA

La elección de la banda se la realiza de acuerdo a las condiciones de la planta, al espacio que debe ocupar, se decide que el ancho de la banda debe ser de 20 cm, siendo seleccionada también por su caudal de alimentación. La anchura de la banda se hace, generalmente 50 mm. mayor que la anchura de los cangilones cuando éstos se colocan, cuando menos, en una sola fila que es lo habitual, pero en grandes elevadores se colocan dos filas, desfasadas una respecto a la otra para dar más continuidad al llenado

SELECCIÓN DE CANGILONES

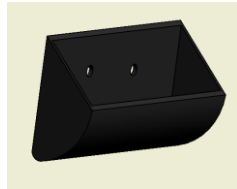
La forma de los cangilones depende del material que se vaya a transportar, por lo que en la tabla N°2, buscamos cual es el forma que debe tener el cangilón para transportar el balanceado, se escoge de acuerdo al tipo de producto que se vaya a transportar.

TABLA 2. Diseño de cangilones

DIN	15231	15241	15232	15242	15233	15243	15234	15244	15235	15245
Ejecución	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición
Forma	Altura reducida		Altura reducida redondeada		Semiprofundos		Profundo		Profundo	
Figura										
Apropiados para	Materiales sueltos, Harina, Sémola		Materiales en trozos pequeños, cereales		Materiales pegajosos: azúcar en caña, finos de carbón, húmedos		Materiales pesados, pulverulentos o en trozos grandes, arena, cemento, carbón		Materiales ligeros y fluidos o rodantes: cenizas o patatas.	

El material que se va a transportar es balanceado que consta de granos molidos y harinas por lo que se decide realizar los cangilones de altura reducida utilizados para materiales sueltos, o harinas. Se conoce el ancho y el largo de la banda, a partir de esto se diseña el tamaño y numero de cangilones que se emplea para la capacidad requerida.

FIGURA 7. Cangilón



Dimensiones:

d: largo = 18cm

a: ancho = 4 cm

h1: altura = 6,5 cm

h2: altura = 4 cm

La capacidad del cangilón (Cc) es 0,13 Kg cuando esta totalmente lleno.

Se debe cubrir una distancia de 4,7m que es el largo de la banda. De acuerdo a su capacidad se calcula el número de cangilones los cangilones

N: numero de cangilones = 19

Paso entre cangilones

$$N = \frac{L}{P}$$

$$P = \frac{L}{N} = 0,25 \text{ m}$$

P: paso = 25 cm

Esta seria la distancia que se debe perforar la banda para colocar los cangilones.

Capacidad max. Transportador = N x capacidad máxima cangilón

Capacidad max. Transportador = 2375 gramos por revolución.

SELECCIÓN DEL MOTOR

Para la selección del motor se tomo en cuenta, las tensiones que actúan en la capacidad a producir, el peso de los cangilones y el de la banda. El número de revoluciones es de 40 por minuto. Se desea conocer cuantas revoluciones tiene la banda entonces si el motor es de 40 rev x min, y el largo de la banda es 4,7m; se calcula cuantas revoluciones da la banda El número de revoluciones de la banda es de 5 por minuto, y la cantidad transportada en una revolución es 2375 gramos por revolución. De aquí se obtiene la capacidad que tiene la banda para transportar en una hora.

Capacidad máxima de transporte = 712,5 kg/hora=0,71 ton /hora

CÁLCULO CAPACIDAD DE ELEVACIÓN (CE)

$$Ce = \frac{60 * v * Cc * n}{p}$$

v = Velocidad de la banda o cadena (m/min.)

Cc = Peso del material contenido en cada cangilón, en Kg

n = Numero de filas de cangilones

p: paso (mm)

$$Ce = \frac{60 * \left(1.1 \frac{m}{s} * 60 \frac{s}{min}\right) * 0.13 \text{ kg} * 1}{250 \text{ mm}}$$

$$Ce = 2.05 \text{ Tn/h}$$

CÁLCULO DEL PESO DEL MATERIAL ELEVADO POR METRO LINEAL (PM)

$$Pm = 17 * \frac{T}{v}$$

Donde:

T= Toneladas por hora elevadas en tn/h

V= velocidad de la banda en (m/min)

$$Pm = 17 * \frac{0.71 \frac{ton}{hora}}{4 \frac{m}{sg} * 60 \frac{sg}{min}} = 0.5$$

Pm= 0.5 Kg/m

CÁLCULO DE LA TENSIÓN EFECTIVA (TE), EN FUNCIÓN DE LA CARGA⁴

Te= Pm (H+Ho)

Donde

Pm= Peso del material elevado

H= Altura de elevación (distancia entre tambores) (m)

Ho= Altura equivalente para compensación de los efectos de las fuerzas de carga y fricción en los tambores en (mm), como el elevador descarga por fuerza centrífuga se adopta Ho= 1m

Te=0.5 Kg/m *(1,90m+1)

Te= 1.5 kgf

CÁLCULO DE LA TENSIÓN EFECTIVA (TE), EN FUNCIÓN DEL NUMERO DE CANGILONES

$$Te = 0,8 * Cc * N * \left(\frac{H + Ho}{H} \right)$$

Donde,

CC = Peso del material contenido en cada cangilón, en Kg;

N = Numero de cangilones;

H0 y H = Definidos en el ítem anterior.

$$Te = 0,8 * 0,13 * 19 * \frac{(1,90 + 1)}{1,90}$$

Te= 3 kgf

TENSIÓN MÁXIMA (TM)

Tm=(1+ K) * Te

Donde,

4

<http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/tansind/materiales.html>

K = Factor de accionamiento⁵ =0.85

Tm = (1+ 0,85) * 3

Tm =6 Kgf

CÁLCULO DE LA UNIDAD DE LA TENSIÓN (UT)

Ut = $\frac{Tm}{a}$ Donde,

a = Ancho de banda, en cm.

$$Ut = \frac{5}{20} = 025 \frac{kgf}{cm}$$

$$Pot = \frac{Te * v}{4500}$$

Donde,

Pot= Potencia absorbida en HP.

Te= Tension efectiva mayor

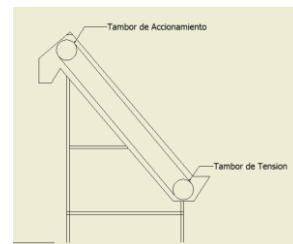
V= velocidad de la banda

$$Pot = \frac{5 * 4 \frac{m}{sg} * 60 \frac{s}{min}}{4500} = 0.26 hp$$

La potencia requerida del motor es de un cuarto de hp, por factores de seguridad se utiliza un motor de mayor capacidad, el motorreductor empleado es de 0.33 hp

Los tambores fueron diseñados de acuerdo al tamaño de la banda, es recomendable que sobrepasen de 5 a 10 mm de cada lado de la banda, fabricado en acero, tiene una pequeña biconicidad para evitar que la banda salga de los tambores.

FIGURA 8. Ubicación de los tambores



⁵ Tabla de mercurio N47

Su diámetro fue calculado de acuerdo a la velocidad y al tipo de descarga.⁶

$v = 1.1 \text{ m/sg}$, la descarga es centrífuga por lo que

$$R = \frac{v^2}{g} = \frac{\left(1.1 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.125\text{m}$$

Diámetro = $2 * R = 0.250\text{m} = 25 \text{ cm}$

Los tambores se fijan a los ejes a través de anillos de bloqueo, por lo cuál, consideramos, desde el punto de vista de la Ingeniería Mecánica, hacer un análisis de las esfuerzos que están aplicados sobre los ejes tanto del tambor de accionamiento y el de tensión para saber si realmente van a poder soportar con seguridad las cargas aplicadas sobre ellos.

FIGURA 9. Tambores y anillos



Diseño del eje del tambor motriz:

Se realiza el cálculo para un diseño estático, ya que las revoluciones son bajas y su eje es de 38 mm de diámetro.

El eje va a estar sometido a flexión y torsión, como el eje motriz va a ser mayormente afectado por las fuerzas y configuración de los ejes tanto motriz, conductor y de retorno de la misma, se concluye que al calcular dicho eje los otros

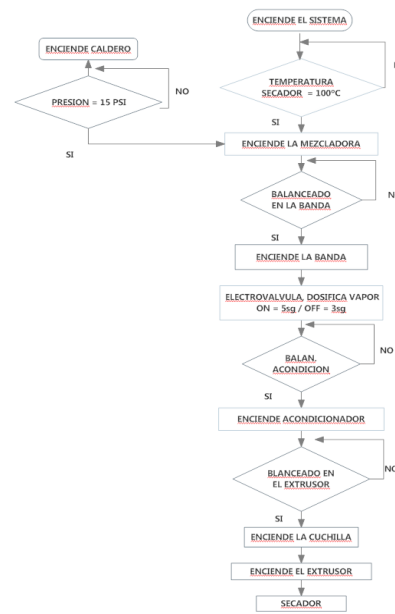
⁶ ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/.../elevadores_cangilones.pdf

quedan calculados con un factor mayor que el que tiene el factor motriz.

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

Es la parte central de este proceso, ya que se encarga de controlar cada una de las actividades que se realiza en el peletizado. La automatización se ha realizado con la utilización de un relé programable.

FIGURA . Diagrama de flujo del Programa



PROGRAMA PELETIZADORA

El programa esta diseñado para la elaboración de pellets mismo que inicia con el encendido del caldero y el secador; verificando el grado de presión y de temperatura.

Luego de que se ha mezclado el producto y ha llegado a su nivel en la entrada de la banda transportadora, se comprueba que la presión del caldero y la temperatura se encuentren en el punto óptimo; con estas tres condiciones se activa la banda transportadora.

Al ingresar el producto al acondicionador, se activa la electroválvula, dosificando vapor a la mezcla, esta variable esta controlada por tiempos, mismo que ha sido seleccionado mediante las pruebas realizadas de acuerdo a la cantidad de materia prima.

Tras el tiempo de acondicionado, se activa el extrusor; la mezcla de manera continua entra al extrusor e inmediatamente atraviesa la matriz peletizadora; en donde a la vez se activa la cuchilla que es la encargada de dar el tamaño al pellet; esta cuchilla es controlada por un variador de velocidad en caso de que se requiera modificar el pellet de acuerdo a la especie.

Están programados los fallos para todos los motores.

FIGURA 19. Tablero de Control



MOTORES	(KW)	V	A	CABLE	RELE TERMINICO (A)	CONTACTOR	DISYUNTOR
Banda T.	0,25	220	1,35	3*14	1.6-3,5	10A	*40A
Acondicionador	3,7	220	12	3*12	9 - 13	32A	*40A
Extrusor	7,5	200	29	3*10	23-32	50A	50A
Cuchilla	0,14	220	2,24	3*14	VARIADOR .4KW	10A	*40A

3. CONCLUSIONES

- El proceso carecía de un sistema de control en línea, lo que ocasionaba errores como, mal formación del producto, desperdicios, así como también el empleo de varias personas y

por consiguiente el paro de la máquina, por esto en el presente trabajo se implemento el adecuado sistema de control que mejoro e hizo que el proceso de producción de pellets sea continuo y sin falencias.

- La cantidad de vapor que se añade a la mezcla debe ser suficiente para que esta adquiera la humedad deseada, y se forme un buen pellet, luego de haber realizado varias pruebas se decide que el vapor se dosificara por tiempos dando los mejores resultados al activar la electroválvula durante 3 segundos y desactivarla 5 segundos, desde el momento en que el producto entra al acondicionador.
- La producción de pellets, es un proceso que debe ser continuo por lo que necesita de la supervisión constante para asegurar que el producto obtenido es el deseado, caso contrario el proceso debe ser reiniciado.

4. RECOMENDACIONES

- Para aumentar o disminuir la producción se debe variar la carga de la banda transportadora, así como también modificar la cantidad de vapor que se añade variando el tiempo de abertura de la electroválvula en la programación.
- En caso de aumentar la capacidad de producción también es necesaria la adquisición de un nuevo caldero de mayor capacidad mismo que debe ser acoplado a las instalaciones actuales.
- Se puede variar la producción de pellets tan solo con cambiar la mezcla, pero el requerimiento de cada especie animal es diferente por lo que el tamaño del producto debe ser otro y esto se consigue con el cambio de criba, modificando el diámetro de los agujeros.

- En las instalaciones de la planta se debería implementar un laboratorio en donde se realice el estudio y análisis de la materias primas a emplear, además se evalúe las características del producto terminado.

4. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

1. Moot, R. (2006). *Diseño de Elementos de Maquinas* (4ta Ed). México: Prentice Hall Hispanoamericana.
2. Vargas, J. (2006). *Fundamentos de dibujo mecánico* (EPN). Quito: Facultad de ingeniería mecánica.
3. Floyd, T. (2008.). *Dispositivos Electrónicos* (8va Ed). Prentice Hall Pearson ,
4. Piedrafita, R. (2006). *Ingeniería de la automatización industrial*, México: Editorial Alfaomega.
5. Shigley, J. y Mitchell, L. *Diseño en ingeniería mecánica* (5ta Ed). México: McGraw-Hill, México, D.F.
6. Ashby, M. y Jones, D. (2009). *Materiales para ingeniería Introducción a la micro estructura, el procesamiento y el diseño*. Barcelona: Reverté

7. Fraile, J. (2008). *Máquinas eléctricas*. Madrid: McGraw-Hill
8. Meyers, F. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson Educación.
9. Craig, J. (2006). *Robótica*. México: Pearson Educación
10. Nicolás, (2004). *Neumática* (5ta Ed). España: Editorial Thomson.

PAGINAS ELECTRÓNICAS

11. Rodríguez, J. Roman JC. (2003). Diseño de una maquina peletizadora para laboratorio, en Internet:
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2148/1/4250.pdf>
12. Arpi, J. Calderon, C. (2011). Diseño de una maquina pelletizadora en base a la disponibilidad de residuos madereros de la Ciudad De Cuenca para su aprovechamiento energético, en Internet:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/832>
13. Liris, (2012). Alimentos Balanceados, en Internet: <http://www.liris.com.ec/>



TECHNICAL UNIVERSITY OF THE NORTH

FACULTY OF ENGINEERING IN APPLIED SCIENCES

CAREER OF ENGINEERING IN MECHATRONICS

TECHNICAL REPORT

TOPIC:

**“REDESIGN AND AUTOMATIZATION OF THE PELLETIZING
MACHINE OF ANIMAL FOOD INDUSTRY – ESPEJO”**

AUTHOR: ERIKA MAGALI GRANDA CHUQUIN

DIRECTOR: ING. OCTAVIO ARIAS

Ibarra – 2012

“REDESIGN AND AUTOMATIZATION OF THE PELLETIZING MACHINE OF ANIMAL FOOD INDUSTRY – ESPEJO”

ABSTRACT

This paper presents the redesign and automatization of the pelletizing machine of Animal food industry from Espejo - Carchi province, made in order to improve production and quality of the process. This machine is capable to produce 100 kg of pellets per hour continuously, without the intervention of anybody at any point in the process; the finished product is wet and therefore requires to get dry.

KEYWORDS: automatization, balanced, control, conveyor, packaging, pellet, pellets, plc, sensors

ERIKA GRANDA

Tesista

Universidad Técnica del Norte
erika-granda@hotmail.com

OCTAVIO ARIAS

Ing. Mecánico

Director de Tesis

Universidad Técnica del Norte
octa88@latinmail.com

1. INTRODUCTION

The Animal Food industry from Espejo was created in order to supply the local farmers with enough animal food and at the same time provide a place to support internships for young students. The pelletizing machine worked for some time with improper operation and produced a pellet with poor presentation. However the production had not stop since the installation, without the knowledge of how to use it properly the community decided to produce a pellet with a powder appearance which has no greater demand and is not profitable.

This industry employs several people of the community, produces the product with a poor presentation. It spends a lot of time to produce and there is a malfunction of the equipment. These are the main disadvantages of the current process.

We want to redesign and automate the pelletizing machine to improve the disadvantages of the current process trying to adjust the layout of it, to local conditions and needs of the company, with the aim to satisfy the requirement for efficient, high quality and competitive animal food industry.

2.CONTENT

BALANCED PLANT ESPEJO

The following indicates the parts and the initial state of balanced plant:

Storage area of raw materials: It has a closed silo to prevent entry of birds, rodents and other undesirable animals. The storage capacity is 10 tons. The load is carried by the upper part, through a chain conveyor and the discharge through a worm screw, built in the lower part where the discharge can be regulated.

FIGURE 1. Storage Area



Grinding zone: The grinding area is where the grains are processed into smaller particles, the plant has the hammer mill which is charged disintegrate and pulverize the raw material introduced into it. The hammers are coupled to the shaft, and the entire assembly is housed in a casing, which has the same grinding plates

FIGURE 2. Hammer Mill



Dosage and mixing zone: After the grinding process the ingredients are mixed for food to be perfectly homogeneous; the plant has a vertical mixer that has a rotatable auger positioned vertically in a cylindrical container tapered.

FIGURE 3. Mixer



Pellet Zone: The plant has a pelletizing machine, is the center of operations in a production of balanced, errors or complications that had the machine are:

- Join a pelletized product manual
- Binding in the feed hopper
- Manual dosing vapor
- damaged Cauldron
- Extruder Binding
- There is no protection on the extruder motor bands
- Movement Screen

FIGURE 4. Pelletizer



Drying zone: The drying process is to eliminate moisture from the pellet.

PELLET

The pellet is a small portion of compressed or agglomerated material in this case is a food pellet used for the nutrition of animals.

PELLETIZER

A pelletizing machine having a work or activity to transform or convert the feedstock into pellets, which are small parts formed by the addition of steam.

OPERATION

The pelleting process involves adding steam to a flour mixture, the same as after being moistened is subjected to roller pressure to push the material through a die; thereby producing the pellet. This process is usually done in given or vertical planes.

PARTS OF THE PELLETER

Feeder or feed hopper: The feed hopper is the first stage of operation, is deposited in the form of flour balanced to be processed. According to the production capacity is performed hopper design.

Conditioner: Conditioner pelletizing machine is essentially a paddle conveyor which is injected steam at a temperature and predetermined pressure to give a flour moisture necessary for acquiring the required properties is to generate balanced.

Recommendations for producing pelletized food:

- minimum conditioning time 90 seconds, but preferably from 270 to 350 seconds depending on the ingredients incorporated in the formula. The residence time can be adjusted by changing the angle of the vanes and / or decreasing the velocity of the conditioner.

Extruder: An extruder screw is rotating in a cylinder, transporting the material from the conditioner to the pelletizing die.

Matrix Pelletizer: basically consists of a disk formed with roller type where balanced by the pressure they are expelled from the disc forming the pellets.

Bucket elevator: consist of a chain or belt driven by a pulley motor of special design (drum type) that supports and drives, on which are fixed a certain number of buckets. The bucket is a bucket that can take different forms and dimensions. They are attached to the belt or chain from the rear by means of rivets or bolts, rigidly or via a rocking shaft mounted above when working horizontal transport chains.

CONVEYOR DESIGN

It is used to transport the balanced obtained from Mixing hopper toward the pelletizing machine. It makes the design of a conveyor belt with buckets. Since they must attach the conveyor belt in the space between the mixing machine and pelletizing machine proceeds to measure the rightful place of the band, from which we get the following values:

FIGURE 6. Conveyor Location



where:

H: dump height = 165c m = 5.41 feet

H1: loading height = 62 cm = 2034 feet

L: length = 234.764 c transport m = 7.70 feet

α : angle of inclination = 44.65°

Load type: by dredging

Download type: by centrifugal force

For the development of this element was taken as a reference catalog Martin and Code ANSI CEMA from which we get the characteristics of the product to be transported. It is known that the output of the mixer there is a flow of 184 kg / h with a density of 721 kg/m³

Material: The mixture is prepared has hominy, morochillo milled soy ground among others, so the table No. 1 is chosen material characteristics more similar to being processed, in this case we chose the corn grits
TABLE 1. Characteristics of the material to be transported

Specific gravity: 45 lb/ft³ = 721 kg/m³

Material	Weight
Grain maize	56
Grits	40-45
Corn, cascara	45
Corn in germ	21
Corn flour	32-40
akes	17-22
prtar	150

TRANSPORT CAPACITY

The transport capacity (Q') equal to the feed rate of material

$$Q' = Q / \gamma$$

WHERE:

Q = volume of the balanced (184 kg / h)

γ = specific weight of the product (721 kg / m³)

$$Q' = Q / \gamma$$

$$Q' = 184/721$$

$$Q' = 0.26\text{m}^3/\text{h}$$

BANDWIDTH

The choice of the band is made according to the conditions of the plant, the space to be occupied. It is decided that the band width should be 20 cm, and also selected for its feed rate. The strip width is generally 50 mm. greater than the width of the buckets when they are placed at least in a single row that is usual, but in larger elevators are placed two rows out of phase relative to one another to provide continuity to the filling

BUCKET SELECTION

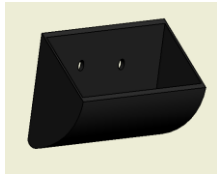
The shape of the buckets depends on the material to be transported. In Table No. 2, we sought which is the shape that must have the bucket to carry balanced, is chosen according to the type of product to be transported .

TABLE 2. Bucket design

DIN	15231	15241	15232	15242	15233	15243	15234	15244	15235	15245
Ejecución	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición
Forma	Altura reducida		Altura reducida redondeada		Semiprofundos		Profundo		Profundo	
Figura										
Apropiados para	Materiales sueltos, Harina, Sémola		Materiales en trozos pequeños, cereales		Materiales pegajosos: azúcar en caña, finos de carbón, húmedos		Materiales pesados, pulverulentos o en trozos grandes, arena, cemento, carbón		Materiales ligeros y fluidos o rodantes: cenizas o patatas	

The material to be transported is balanced, consisting ground grain and flour which is decided by performing the reduced height buckets used for loose materials or flours. It is known length and width of the band. It is designed from the size and number of buckets which is used for the required capacity.

FIGURE 7. Bucket



Dimensions:

d: length = 18cm

to: width = 4 cm

h1: height = 6.5 cm

h2: height = 4 cm

Bucket capacity (CC) is 0.13 kg when fully packed. It should cover a distance of 4.7m which is the length of the band. According to its ability to calculate the number of buckets.

N: number of buckets = 19

Step between buckets

$$N = \frac{L}{P}$$

$$P = \frac{L}{N} = 0,25 \text{ m}$$

P: step = 25 cm

This would be the distance the band must be drilled for placing the buckets.

Capacity max. Transporter = N x maximum Bucket

Capacity max. Transporter = 2375 grams per revolution.

MOTOR SELECTION

For the selection of the motor is taking into account the stresses acting on the ability to produce, the weight of the buckets and the band. The number of revolutions per minute is 40. It is desired to know how many revolutions the strip is, then if the engine is 40 rev x min and the length of the strip is 4.7 m. It is calculated band gives few revolutions number of belt revolutions per minute is 5, and the quantity transported in one revolution is 2375 grams per revolution. This yields the ability to transport the strip in one hour.

Maximum transport = 712.5 kg/h = 0.71 ton / hour

LIFT CAPACITY CALCULATION (EC)

$$Ce = \frac{60 \cdot v \cdot Cc \cdot n}{p}$$

v = speed of the belt or chain (m/min.)

Cc = weight of material in each bucket, in Kg

n = Number of rows of buckets

p: step (mm)

$$Ce = \frac{60 \cdot \left(1.1 \frac{m}{s} \cdot 60 \frac{s}{min}\right) \cdot 0.13 \text{ kg} \cdot 1}{250 \text{ mm}}$$

$$Ce = 2.05 \text{ Tn/h}$$

ASSESSING THE MATERIAL HIGH PER METER (PM)

$$Pm = 17 \cdot \frac{T}{v}$$

Where:

T = Tons per hour higher in tn / h

V = velocity of the band (m / min)

$$Pm = 17 \cdot \frac{0.71 \frac{ton}{hora}}{4 \frac{m}{sg} \cdot 60 \frac{sg}{min}} = 0.5$$

Mw = 0.5 Kg / m

CALCULATION OF EFFECTIVE STRESS (TE), ACCORDING TO LOAD

$$Te = Pm (H + Ho)$$

Where:

Pm= Material weigh

H = Lifting height (distance between drums) (m)

Ho = height equivalent to offset the effects of friction and load forces on the drums in (mm), as the centrifugal force unloading elevator is adopted

Ho = 1m

$$Te = 0.5 \text{ kg / m} \cdot (1.90 \text{ m} + 1)$$

$$Te = 1.5 \text{ kgf}$$

CALCULATION OF EFFECTIVE STRESS (TE), DEPENDING ON THE NUMBER BUCKET

$$Te = 0,8 \cdot Cc \cdot N \cdot \left(\frac{H+Ho}{H}\right)$$

Where,

CC = weight of material in each bucket, kg;

N = number of buckets;

H0 and H = Defined in the previous item.

$$Te = 0,8 \cdot 0,13 \cdot 19 \cdot \frac{(1,90+1)}{1,90}$$

$$Te = 3 \text{ kgf}$$

Maximum voltage (TM)

$$T_m = (1 + K) * I$$

where,

$$K = \text{Factor drive} = 0.85$$

$$T_m = (1 + 0.85) * 3$$

$$T_m = 6 \text{ Kgf}$$

CALCULATION OF STRESS UNIT (UT)

$$U_t = \frac{T_m}{a}$$

where,

a = Bandwidth, in cm.

$$U_t = \frac{5}{20} = 0.25 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}}$$

$$P_{ot} = \frac{T_e * v}{4500}$$

where,

Pot = Power consumption HP.

Te = effective stress greater

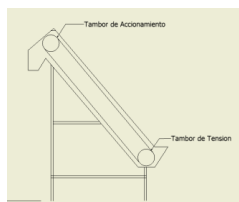
V = speed of the web

$$P_{ot} = \frac{5 * 4 \frac{\text{m}}{\text{sg}} * 60 \frac{\text{s}}{\text{min}}}{4500} = 0.26 \text{ hp}$$

The engine power required is a quarter of hp, for safety factors using a larger capacity engine, the gear motor is 0.33 hp employee

The drums were designed according to the size of the band. It is advisable in excess of 5 to 10 mm from each side of the band, made of steel. It has a small biconicidad to prevent the band leave the drums.

FIGURE 8. Location of the drums



Its diameter was calculated according to the speed and discharge rate.

v = 1.1 m / sec, the download is centrifuged so

$$R = \frac{v^2}{g} = \frac{\left(1.1 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.125 \text{ m}$$

$$\text{Diameter} = 2 * R = 0.250 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

The drums are fixed to the shafts by locking rings, therefore, considered from the point of view of mechanical engineering, an analysis of the efforts that are applied on both axes of the drive drum and the voltage to see if it really will be able to withstand the loads applied to them.

FIGURE 9. Drums and rings



Design of the drive pulley shaft:

Calculation is performed for a static design, since the speed is low and its axis is 38 mm in diameter. The shaft will be subjected to bending and torsion as the drive shaft will be most affected by the forces and both axes motor, driver and return the same. We conclude that to calculate the others axis are calculated a factor that is greater than the driving factor.

CONTROL SYSTEM DESIGN

It is the central part of this process, which is responsible for controlling each of the activities performed in the pellet. Automation has been performed with the use of a relay.

PROGRAM PELLETERIZER

The program is designed to produce pellets which begins with the lighting of the cauldron and dryer. Verifying the degree of pressure and temperature. After the product is mixed and has reached the level at the input of the conveyor. It is found that the boiler pressure and temperature are at the optimum point, with these three conditions activates the conveyor. By accessing the product to the conditioner, the solenoid is activated, the mixture steam metering, this variable is controlled with time. It has been selected by testing according to the amount of raw material. After conditioning time activates the extruder, the mixture continuously and immediately enters the extruder pelletizing through the matrix, to see where the blade is activated which is in charge of giving

the pellet size. This blade is controlled by a variable speed drive if required modify the pellet according to the species. Faults are scheduled for all engines.

FIGURE 19. Dashboard



MOTORES	(KW)	V	A	CABLE	RMICO (A)	CONTACTOR	DISYUNTOR
Banda T.	0,25	220	1,35	3*14	1,6-3,5	10A	*40A
Acondicionador	3,7	220	12	3*12	9 - 13	32A	*40A
Extrusor	7,5	200	29	3*10	23-32	50A	50A
Cuchilla	0,14	220	2,24	3*14	ADOR .4KW	10A	*40*

3. CONCLUSIONS

This process had not an online control system, which caused errors like: bad production, waste, as well as employing more people than the necessary and therefore the machine malfunctioning. Therefore, in this paper was implemented adequate control system, this improved and made the pellet production process continuous and without gaps.

The amount of steam that is added to the mixture should be sufficient for it to acquire the desired humidity, and provide a good pellet. After performing several tests it was decided that the steam will be dosed at times giving the best results by enabling the solenoid valve on and off for 3 seconds 5 seconds, from the time the product gets into the conditioner.

The production of pellets, is a process that must be continuous so you need constant supervision to ensure that the desired product is obtained, otherwise the process should be restarted.

4. RECOMMENDATIONS

- Increase or decrease the output load must vary the conveyor belt and also change the amount of steam that is added by varying the opening time of the solenoid in programming.

- In case of increasing the production capacity is also necessary to purchase a new higher capacity cauldron itself to be coupled to existing facilities.
- You can vary the production of pellets just by changing the mix, but the requirement of every animal diet is different so the size of the product must be another and this is achieved by changing the screen and the diameter of the holes .
- On-site plant should be implemented in a laboratory where the study is conducted and analysis of raw materials to be used, and evaluates the characteristics of the finished product.

4. REFERENCES BOOKS

Moot, R. (2006). Elements of Machine Design (4th Ed). Mexico: Prentice Hall Hispano.

Vargas, J. (2006). Fundamentals of mechanical drawing (EPN). Quito: Faculty of Mechanical Engineering.

Floyd, T. (2008.). Electronic Devices (8th Ed). Pearson Prentice Hall,

Piedrafita, R. (2006). Industrial Automation Engineering, Mexico: Editorial Alfaomega.

Shigley, J. and Mitchell, L. Mechanical Engineering Design (5th Ed.) Mexico: McGraw-Hill, Mexico City

Ashby, M. and Jones, D. (2009). Introduction to engineering materials microstructure, processing and design. Barcelona: Reverté

Meyers, F. (2006). Manufacturing facilities design and material handling. Mexico: Pearson Education.

Craig, J. (2006). Robotics. Mexico: Pearson Education

Nicolas (2004). Pneumatics (5th Ed.) Spain: Editorial Thomson.

Websites:

Rodriguez, J. Roman JC. (2003). Design of a laboratory pelletizer machine, Internet: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2148/1/4250.pdf>

Arpi, J. Calderon, C. (2011). Pelletizer machine design based on the availability of wood waste from the city of Cuenca for energy use, Internet: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/832>

Liris, (2012). Feeds, Internet: <http://www.liris.com.ec/>

