

Diseño y construcción de un prototipo dispensador automático de alimentos para ganado porcino.

Design and construction of a prototype automatic feed dispenser for pigs.

Hernán Valencia Sánchez* (1).
TecNM/ITTG.
hernan.vs@tuxtla.tecnm.mx.

Roberto Carlos García Gómez. TecNM/ITTG, roberto.gg@tuxtla.tecnm.mx.

Fernando Alfonso May Arrijoja. TecNM/ITTG, fernando.ma@tuxtla.tecnm.mx.

Pedro Isaac López Hernández. Estudiante TecNM/ITTG, isaac07pedr0@gmail.com.

Amín Vázquez Velázquez. Estudiante TecNM/ITTG, amin981820@gmail.com.

*corresponding author.

Artículo recibido en julio 07, 2021; aceptado en agosto 16, 2021.

Resumen.

El proyecto consiste en el diseño y construcción de un prototipo de máquina que ayude a controlar la cantidad de alimento para ganado porcino, disminuyendo el tiempo y la mano de obra del proceso de alimentación de ganado. Este proyecto es enfocado en la industria de ganado porcino. La carencia de la tecnología, crea la necesidad de innovación e implementación de máquinas, buscando alternativas que ayuden a mejorar el proceso de alimento al ganado, dando cantidades adecuadas en el tiempo exacto para cada etapa del ganado.

Palabras claves: Diseño virtual, arduino, porcino, solidworks.

Abstract.

This project involves the design and construction of a prototype machine to help control the amount of feed for pigs, reducing the time and labor of the livestock feeding process. This Project is focused on the pig industry. The lack of the technology creates the need for innovation and implementation of machines, looking for alternatives that help improve the process of feeding livestock giving adequate amounts in the exact time for each stage of livestock.

Keywords: Virtual design, arduino, porcine, solidworks

1. Introducción.

La industria porcina se considera una de las más aceptadas a nivel mundial gracias al significativo consumo de carne de este tipo de animales, tan solo en 2019, el volumen de producción de carne de porcino en México superó los 1,6

millones de toneladas métricas. Esto representó un incremento de alrededor del 6,6% en comparación con el volumen de producción reportado un año anterior (Padilla M.,2007).

La alimentación representa un papel muy importante, una nutrición adecuada es fundamental para una exitosa producción porcina. “Bajos pesos a la venta que van desde 80 a 90 kilos en cerdos que han llegado a 22 semanas de edad, por lo tanto, no alcanzan el peso óptimo en los cerdos de engorde pueden representar importantes pérdidas económicas” (Cavenco, 2017). Alto índice de conversión alimenticia que es sinónimo de rentabilidad, puesto que es una relación directa entre el alimento que consume un cerdo y la ganancia de peso que tiene. Es decir, un cerdo eficiente debe tener un consumo bajo de alimento y una alta ganancia de peso.

En la ración diaria, es necesario proveer una cantidad adecuada de alimento para obtener una buena ganancia diaria de peso y un buen crecimiento en la producción porcina.

Para la solución de esta problemática se propone en “Diseñar y construir un Prototipo que permita controlar la cantidad necesaria de alimento de manera automatizada para el ganado porcino.”

Las características del dispositivo son las siguientes:

- Motor.
- Tornillo sin fin.
- Tubo de desplazamiento principal.
- Celdas de alimentos.
- Tarjeta de adquisición de datos.
- Servomotores.
- Sensor.

Diseño de las piezas del prototipo usando el software de SolidWorks

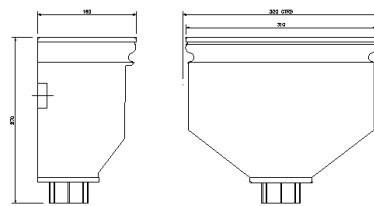


Figura 1. Diseño de tolva.

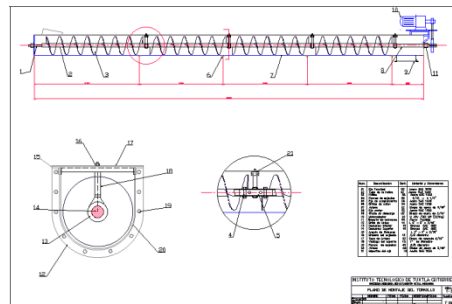


Figura 2. Diseño tornillo sin fin.

2. Métodos.

Cálculos para el transporte del alimento.

Cantidad de alimento que se transportará.

El alimento para cerdos peletizado es un material ligero y poco abrasivo, que tiene como coeficiente de relleno (λ)=0.32.

El área de relleno (S) del canalón que ocupa el material que mueve el transportador, se puede obtener mediante la siguiente expresión.

$$S = \lambda \frac{\pi \times d^2}{4} \dots \dots \dots \text{Ecuación 1.}$$

Por lo tanto.

$$S = 0.32 \frac{\pi \times 0.1142^2}{4} = 0.00327 \text{ m}$$

Velocidad de desplazamiento (v) del transportador.

Es la velocidad con la que desplaza el material en la dirección longitudinal del eje del tornillo. Depende tanto del paso del tornillo como de su velocidad de giro (Budynas, R., 2012).

$$v = \frac{p \times n}{60} \dots \dots \dots \text{Ecuación 2.}$$

n = velocidad de giro.

p = paso del tornillo sin fin.

$$v = \frac{0.0571 \times 120}{60} = 0.1142 \text{ m/s}$$

Capacidad de transporte.

La capacidad de transporte de un transportador de tornillo sin fin viene determinada por la siguiente expresión que calcula el flujo de material transportado.

$$Q = 3600 \times S \times v \times \rho \times i \dots \dots \dots \text{Ecuación 3.}$$

ρ = densidad del material.

i = coeficiente de disminución del flujo de material.

γ = peso específico.

Teniendo.

$$\gamma = \rho \times g \dots \dots \dots \text{Ecuación 4}$$

Por lo tanto.

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \dots \dots \dots \text{Ecuación 5}$$

$$\rho = \frac{0.8}{9.81} = 0.0815 \text{ kg/m}^3$$

El transportador no tendrá inclinación, por lo tanto, $i = 1$.

$$Q = 3600 \times 0.003227 \times 0.1142 \times 0.0815 \times 1 = 0.10812 \text{ m}^3/\text{s}$$

Diseño del Dispensador Automático de Alimentos para el Ganado Porcino.

Se seleccionó este diseño por ser, bajo el análisis de transporte de cantidad de alimento, el que cumple con las características buscadas. Éste consiste en una tolva que almacenará alimento seco, montada en una sección que permitirá que un tornillo sin fin, ensamblado a un motor eléctrico, mueva el alimento a través de un tubo diseccionado por tubos de montaje “T”, los tubos “T” tendrán otra ampliación de tubo que estarán conectados a electroválvulas para detener o dejar pasar el alimento.

Diseño del mecanismo de ensamble.

Los diseños fueron creados con el software SolidWorks. Para el diseño del mecanismo se proponen 1 tolva, 2 tubos de entrada, 1 motor, y 1 tornillos sin fin (Gómez S., 2012).

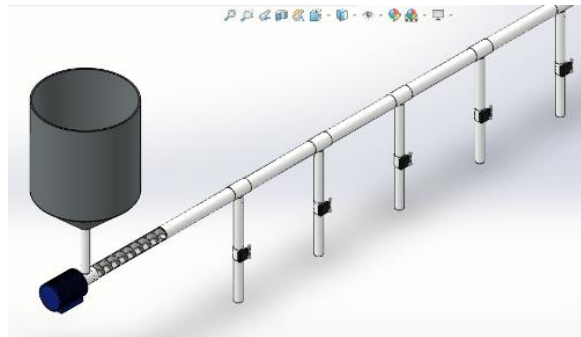


Figura 3. Diseño de mecanismo.

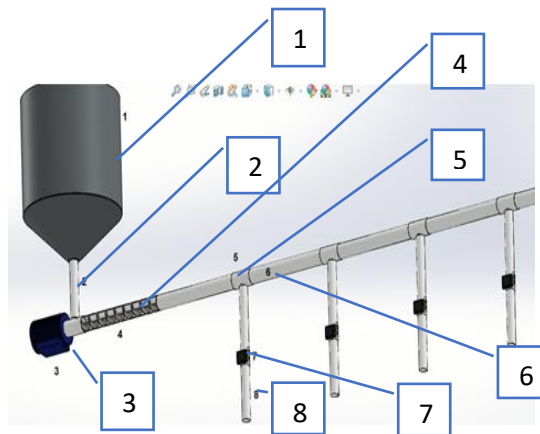


Figura 4. Componentes principales del alimentador.

Este diseño está constituido por los accesorios que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 1. Accesorios de máquina.

Número	Material	Cantidad
1	Tolva	1
2	Tubo de entrada	1
3	Motor	1
4	Tornillo sin fin	1
5	Conexión tee	5
6	Tubería principal de distribución	1
7	Unión de la válvula con el tubo	4
8	Tubería de salida	4

Explicación del funcionamiento del dispensador.

El alimento proveniente de la tolva (elemento 1, ver la figura 4) será dirigido hacia el sistema a través de una sección tubular (2), el cual, al caer en la tubería principal (6) será impulsado por el tornillo sin fin (4), éste elemento realizará un movimiento rotatorio generado por el motor eléctrico (3) al que se encontrará conectado. Gracias al continuo movimiento de giro que efectuará el tornillo sin fin el alimento seco podrá desplazarse a lo largo de la longitud del tubo principal (6), cuando llegue a las secciones donde se encuentran las uniones con los tubos “T” (5) el alimento caerá a lo largo de la sección circular que lleva el número 6 en la figura 4, debido a que las electroválvulas (7) estarán cerradas el alimento ocupará el volumen vacío dentro de la tubería (8) colocada en posición vertical, posteriormente las electroválvulas recibirán el impulso eléctrico para que se abran y permitan el descenso del alimento para cerdos, el impulso eléctrico será enviado desde el controlador programable, es decir, la placa de adquisición de datos, según la configuración que el usuario haya ingresado de acuerdo a los horarios de alimentación para los cerdos (Rodríguez, H. s.f.).

Sistema de control del prototipo.

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema.

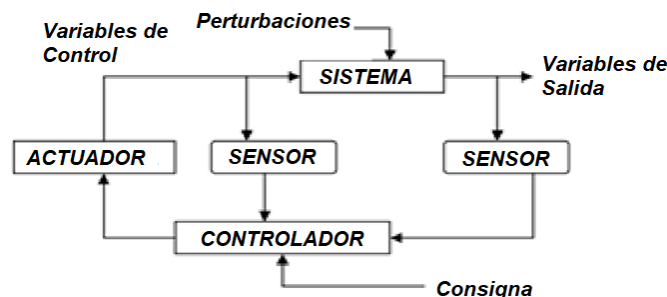


Figura 5. Elementos de un sistema de control.

La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados (consigna). Los elementos básicos que forman parte de un sistema de control más utilizados en el sector industrial.

Sensores. Permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.

Controlador. Utilizando los valores determinados por los sensores, son almacenados en una tarjeta de adquisición de datos que nos permite calcular la acción de acuerdo a la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a ciertos parámetros requeridos en el proceso.

Actuador. Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control. Toda producción liderada por ingeniería requiere de este proceso para lograr objetivos determinados. La función de este sistema es la de gestionar o regular la forma en que se comporta el sistema para así evitar fallas (Urany, P., 2015).

Sistema de lazo Abierto: es aquel sistema en el cual la acción de control es, en cierto modo, independiente de la salida. Este tipo de sistemas por lo general utiliza un regulador o actuador con la finalidad de obtener la respuesta deseada.

La capacidad que tales sistemas tienen para ejecutar una acción con exactitud depende de su calibración. En general, los sistemas de lazo abierto están regulados por base de tiempo.

Controlador: es aquel instrumento que compara el valor medido con el valor deseado, en base a esta comparación calcula un error y actuar a fin de corregir este error. Entonces la función del controlador es mantener la variable controlada dentro de los criterios previamente establecidos.

```

motor_on_off
//Declaro las variables llamadas Boton y Motor
int boton=2; //El botón se conecta en el pin 2 del Arduino.
int motor=6; //El Motor se conecta en el pin 13 del Arduino.
int estado; //Esta variable la usaremos para saber el estado del botón, HIGH si alguien pulsa el botón, LOW si el botón no es pulsado.

void setup()
{
  pinMode(motor,OUTPUT); //Se configura el pin digital 13 como salida, esto es así porque la variable LED vale 13.
  pinMode(boton,INPUT); //Se declara el pin 2 como entrada, esto es así porque la variable botón vale 2
}

void loop()
{
  estado = digitalRead(boton); //Estado toma el valor que tenga el botón, = es para asignar el valor.
  if(estado==HIGH) //Esta línea compara (pregunta) si el estado es igual a HIGH, así sabemos si el botón está pulsado o no.
  {
    digitalWrite(motor,HIGH); //Escribimos en el pin digital 13 un estado en alto (motor encendido).
  }
  else //Cuando la condición del if no se cumple entramos al else.
  {
    digitalWrite(motor,LOW); //Ahora establecemos el pin digital 13 en bajo (motor apagado).
  }
}

```

Figura 6. Motor principal código de programación "arduino".

En la figura 6, presentamos la programación que se utilizó para nuestro motor principal, el cual tenía como objetivo el movimiento del tornillo sin fin.

Como podemos ver la programación se definió para añadir un botón de apagado y encendido, dentro del mismo programa se define de forma clara el proceso de funcionamiento.

```

alimentador_de_ganado_sensor_de_presion_y_servo_motor-modificado
//incluimos la libreria del servo y declaramos los pines a utilizar
#include <Servo.h>
int servo=4;
Servo myservo;
int entrada=0;
void setup() {
  // se declara al sensor de presion como variable de entrad, ligada al servo
  myservo.attach(2);
  pinMode (sensor,INPUT);
}
void loop() {
  // se inicia el ciclo del servo con la condicion del sesor de presion
  entrada=digitalRead(sensor);
  //si el sensor detecta presion se enciende el motor con un giro de 180 grados y espera 20 segundos, si no hay presion suficiente el motor no enciende y se cierra el ciclo
  if (entrada==HIGH)
  {
    myservo.write(180);
    delay (20000)
  }
  else
  {
    myservo.write (0);
  }
}
}

```

Figura 7. Servo Compuerta Código de programación "arduino".

En la figura 7, encontramos la programación para el servo motor que se encuentra en las tuberías verticales (ver figura 4 (8)), el objetivo de esta programación es determinar el tiempo óptimo para que las tuberías sean vaciadas y servir el alimento al ganado.

El tiempo que nosotros definimos como 20 segundos fue basado al tiempo de llenado de una sola tubería, pero el programa puede ser modificado de acuerdo a las necesidades que se tengan

3. Resultados.

Prototipo del dispensador automático de alimentos para el ganado porcino.

Con el fin de corroborar las condiciones de diseño dispuestas para el equipo, se construyó un prototipo que permitió caracterizar el comportamiento del ensamble simulando el paso del alimento de ganado por medio del tornillo y de la tubería propuesta.

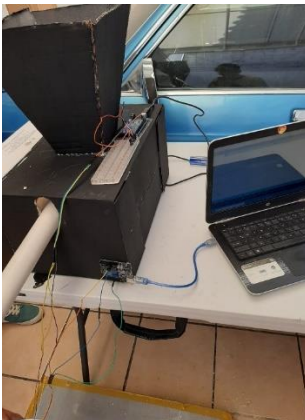


Figura 8. Prototipo del proyecto.

Para este prototipo se utilizó un alambre galvanizado para transmitir el movimiento mecánico del motor, se construyó sobre una caja de 600 cm^3 , dentro de la cual está conectada una tubería de pvc con un diámetro de $1/8 \text{ in}$, sobre el cual sería conectado nuestro accesorio de tubería T, para que posteriormente pase a nuestra celda de alimento. Se usó un motor de engranaje para la tarjeta de adquisición de datos al cual fue ensamblado nuestro tornillo sin fin.

El mecanismo del prototipo realizó el desplazamiento del alimento que entró por la tubería principal, pasó al tornillo y este pudo desplazar el alimento por el resto de la tubería.

Construcción del dispensador.

Una vez realizado el desplazamiento del alimento, se construye el proyecto final correspondiente al diseño hecho en SolidWorks, en el cual se utilizó: una tarjeta de adquisición de datos para programación del movimiento y un servomotor para el movimiento de la celda de alimento (Gómez G., 2012)

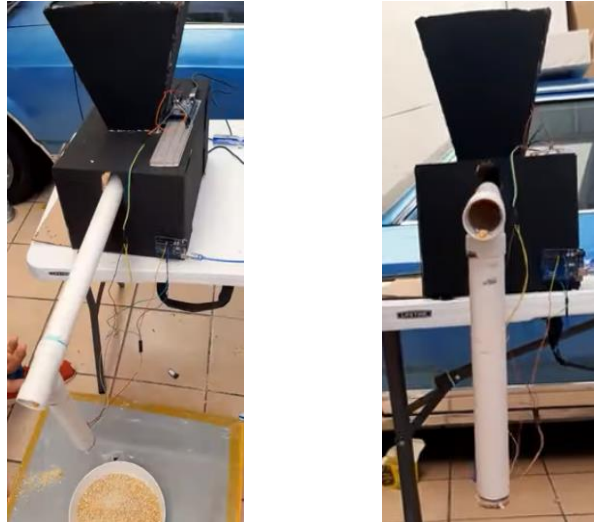


Figura 9. Construcción del alimentador de ganado.

De acuerdo con la investigación que se realizó, los resultados que obtuvimos de la ejecución de esta etapa son las siguientes.

- El prototipo realiza el desplazamiento de alimento de acuerdo al análisis de diseño.
- El prototipo se le programa el horario de alimentación del porcino así como la cantidad de tiempo para que las válvulas accionen las compuertas y proporcionen los alimentos.
- En su mayoría los sistemas de alimento para ganado porcino, están ampliamente aplicados en la industria a gran escala más que para un productor a mediana escala.

Conclusiones.

Al llevar a cabo el “Diseño y construcción de un dispositivo que permite controlar la cantidad necesaria de alimento de manera automatizada para el ganado porcino” podemos concluir que es factible y de mucha utilidad para pequeñas y medianas granjas porcinas, ya que la estructura y funcionamiento del sistema es sencillo, no requiere de un proceso de fabricación complicado, los materiales y accesorios para su elaboración son de fácil acceso.

Para la fabricación de este prototipo se deben realizar prueba en campo y optimizar los materiales. De acuerdo al diseño, es apto para los pequeños productores a los que nos referimos, además de proporcionar aumentos en el crecimiento del ganado y en lo posterior teniendo un impacto económico positivo, porque al implementar un sistema automatizado, promueven una dosificación exacta en tiempo y forma para nuestro ganado, mejorando su calidad.

Comparando los datos obtenidos del análisis por elementos finitos con los valores teóricos, se encuentra que los porcentajes de error son relativamente pequeños, lo que indica la consistencia del método.

Referencias bibliográficas.

Budynas, R. N. (2012). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shingley. En R. N. Budynas, *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shingley* (págs. 125-235). Mexico : Mc Graw Hill.

Cavenco (2017). Granjas llave en mano. Zaragoza: Cavenco.

Gómez González Sergio (2012). “SolidWorks”, Ed. Alfaomega México, 12da.

Padilla Pérez, M. (2007). CIAP (Centro de información de actividades porcinas). San José, Costa rica: MAG. Recuperado el 11 de Noviembre de 2020, de

<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/MANUAL%20DE%20PORCICULTURA.pdf>

Rodríguez, H. (s. f). Ingemeccánica. Recuperado el 29 de Septiembre de 2020, de

<https://ingemeccanica.com/tutorialsemanal/tutorialn143.html>

Urany, P. (2015). Urany P.R. Recuperado el 19 de Septiembre de 2020, de [https://urany.net/stock-](https://urany.net/stock-de%20productos?gclid=CjwKCAiAtej9BRAvEiwA0UAWXl8bIwMMfRg45NIefL3HW3FMF1lhcKHkxmFCeCPvKRve-pX56uobmRoCYAUQAvD_BwE)

[de%20productos?gclid=CjwKCAiAtej9BRAvEiwA0UAWXl8bIwMMfRg45NIefL3HW3FMF1lhcKHkxmFCeCPvKRve-pX56uobmRoCYAUQAvD_BwE](https://urany.net/stock-de%20productos?gclid=CjwKCAiAtej9BRAvEiwA0UAWXl8bIwMMfRg45NIefL3HW3FMF1lhcKHkxmFCeCPvKRve-pX56uobmRoCYAUQAvD_BwE)

Información de los autores.



Hernán Valencia Sánchez, Licenciatura en Ingeniería Mecánica y con un Posgrado en Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica Egresado del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Reconocimiento al perfil deseable Jefe de Proyectos de Investigación del Departamento de Metal-Mecánica, Docente del Departamento de Metal-Mecánica del TecNM/Instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.



Roberto Carlos García Gómez, Licenciatura en Ingeniería Mecánica, con tres posgrados: Especialidad en Mecatrónica, Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica, Doctorado en Procesos de Manufactura. Egresado del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Jefe de Proyectos de Vinculación del Departamento de Metal-Mecánica, Docente del Departamento de Metal-Mecánica del TecNM/Instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.



Fernando Alfonso May Arriola, Licenciado en Ingeniería Mecánica por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Maestro en Energías Renovables por la Universidad Politécnica de Chiapas y Doctorante en Ingeniería Aplicada en el Colegio de Formación Educativa Tenam. Profesor de Carrera Enseñanza Superior en el Departamento de Metal-Mecánica del TecNM/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Perfil Deseable desde 2016.



Pedro Isaac López Hernández. Alumno de 8° Semestre de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico De Tuxtla Gutiérrez.



Amín Vázquez Velázquez. Alumno de 8° Semestre de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico De Tuxtla Gutiérrez.