



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Huejutla

CLAVE: 13DIT0001E

Titulación Integral

Tesis

**"Automatización de comederos para cerdos en
experimentación"**

Para obtener el Título de
Ingeniería en Sistemas Computacionales

Integrante(s)

Maythe Bautista Ramírez

Francisca De La Cruz Sabas

Director

M. en C. Leodegario Redondo Martínez

Codirector

Ing. Roberto Jiménez San Juan

Marzo 2020



Km. 5.5 Carretera Huejutla-Chalahuiyapa, C. P.
43000 Huejutla de Reyes, Hgo. Tel./Fax: 789
89 60648 Email: dir_huejutla@tecnm.mx

www.tecnm.mx | www.ithuejutla.edu.mx



RSGC-582 Alcance de la Certificación: Servicio
educativo que comprende desde la inscripción
hasta la entrega del Título y Cédula
Profesional de licenciatura Fecha de
Actualización: 2018.09.13 Fecha de Terminación:
2021.08.30

Agradecimientos

A Dios

Quien llena de bendición a mi vida y a toda mi familia.

A mi Papá

Por cuidarme y protegerme a pesar de haberlo perdido sé que está cuidándome y guiándome desde el cielo.

A mis abuelos

Ya que son el pilar fundamental de mi vida, les agradezco el apoyo que me brindaron para mi formación académica, los valores que me han inculcado, gracias por cuidarme y apoyarme en todo momento a ustedes toda mi admiración y respeto que más que ser mis abuelos son mis padres.

A mis tíos

Gracias a ellos por guiarme, por el apoyo incondicional en todo momento, por sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona, de alguna u otra forma me han acompañado en todos mis sueños y metas.

A mi familia en general

Por todo el apoyo incondicional que me brindaron y por compartir buenos y malos momentos.

De igual manera a todas aquellas personas que me apoyaron cuando lo necesite.

Maythe Bautista Ramírez

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Bernardina y José Gabino ya que son mi principal motivación para poder lograr todo lo que me propongo, por todo el esfuerzo que han dado para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida, gracias por apoyarme en todo momento, por sus consejos, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir. Muchas gracias por su paciencia y comprensión, pero sobre todo por su amor.

A mis hermanos y hermana por ser parte importante en mi vida y representar la unidad familiar. A Gabino e Isabel por estar siempre a mi lado, les agradezco no solo por estar presentes aportando cosas buenas a mi vida, si no por los días de felicidad que pasamos cuando estamos juntos. A Griselda por estar siempre apoyándome, por animarme a echarle ganas y por comprenderme en todo momento.

Y por último agradezco a mi novio David por estar conmigo siempre que lo necesito, por cada día de apoyo, por su dedicación incondicional, por su paciencia, por todo el cariño y amor que me ha brindado. Por todos los momentos que hemos pasado juntos desde hace 4 años, gracias por todo tu apoyo y el de tus padres, que me brindaron su confianza y por su puesto por aceptarme como parte de su familia.

Francisca De La Cruz Sabas

Resumen

En este documento se presenta el desarrollo del proyecto que se realizó en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Huejutla con el propósito de evaluar un sistema de comederos automatizados para cerdos en experimentación, realizando primeramente las investigaciones necesarias acerca de los comederos existentes en el mercado y sus características, se encontraron varios diseños pero están desarrollados para aves y mascotas, el tipo de microcontrolador que utilizan es el ATmega644.

También se conoció sobre las diferentes razas que existen para saber cuál es el tipo de alimento que se le dan, esto sirvió para poder diseñar el comedero, para que no tenga ningún tipo de complicaciones al momento de que el alimento este dentro del contenedor.

Por otra parte también se hicieron varios análisis para poder determinar cuáles serían los sensores correctos para que se obtengan los datos necesarios ya que cada uno tiene diferentes características. Al haber elegido los sensores pertinentes se realizaron pruebas para poder saber en dónde irían colocados para obtener la información más precisa.

El comedero tiene como objetivo registrar dos datos, frecuencia de consumo y cantidad de alimento consumido; estos datos se detectan a través del uso de sensores instalados y configurados en el comedero, estos se accionan con dos actividades que los cerdos realizan al momento de alimentarse, además se configuraron los sensores de tal manera que permitiera hacer la detección de los cerdos.

A lo largo del documento se presenta una descripción completa de cómo se diseñó y configuró el sistema (tanto hardware como software).

Índice

I. Introducción	8
II. Descripción de la empresa	9
III. Problemas a resolver	10
IV. Objetivos	11
General:	11
Específicos:	11
V. Justificación	12
VI. Fundamento Teórico	13
VII. Procedimiento.....	35
VIII. Impacto Económico	43
VIII.I. Factibilidad Operativa	44
VIII.II. Factibilidad Técnica	45
VIII.III. Factibilidad Económica	46
IX. Resultados.....	48
IX.I. Prototipo	49
X. Conclusiones y Recomendaciones.....	54
X.I. Conclusiones	55
X.II. Recomendaciones	56
XI. Competencias desarrolladas	57
XII. Fuentes de información	59
XIII. Anexos	62

Índice de figuras

Figura 1 Comederos Avicorvi.	21
Figura 2 Comedero automático para aves.	22
Figura 3 Entorno de software de Arduino.	28
Figura 4 Microprocesador ATmega328.	29
Figura 5 Datasheet de arduino Uno.	30
Figura 6 Celda de carga.	31
Figura 7 Decodificador HX711.	32
Figura 8 Sensor ultrasónico.	33
Figura 9 Servomotor.	34
Figura 10 Comedero del área porcina.	37
Figura 11 Diseño del comedero automatizado.	37
Figura 12 Pruebas del sensor PIR.	38
Figura 13 Prueba de calibración.	39
Figura 14 Error al importar librería.	40
Figura 15 Código de prueba de pesaje.	40
Figura 16 Conexión de sensores.	41
Figura 17 Memoria SD no inicializada.	42
Figura 18 Memoria inicializada correctamente.	42
Figura 19 Ubicación del contenedor.	49
Figura 20 Ubicación del sensor pir y charola.	50
Figura 21 Ubicación del sensor de peso y servomotor.	50
Figura 22 Diagrama de funcionamiento.	53
Figura 23 Código de calibración.	63
Figura 24 Codificación para sacar el peso en kilogramos.	64
Figura 25 Visita al área de producción de alimento.	65
Figura 26 Prototipo final.	65

Índice de tablas

Tabla 1 Ciclo productivo de un cerdo.	15
Tabla 2 Comederos existentes en el mercado.	26
Tabla 3 Recursos técnicos para desarrollo del prototipo.	45
Tabla 4 Tabla de costos de prototipo.	46
Tabla 5 Tabla de costos de implementación.	47

I. Introducción

La alimentación eficiente de los cerdos es una de las prácticas más importantes en el área de producción porcina, ya que de ella dependen no solo los rendimientos productivos de los cerdos, sino también la rentabilidad de la granja. La alimentación representa entre un 80 a un 85% de los costos totales de producción. Por esta razón es importante determinar una alimentación eficaz; así como aquellos factores que pueden afectar el uso eficiente de un programa de alimentación (*Campabadal, 2009*).

En la actualidad en el sector agropecuario, la automatización brinda muchas posibilidades para alcanzar el máximo rendimiento en la producción moderna ofreciendo al productor mayores herramientas para alcanzar sus objetivos, se ha calculado la cantidad de alimento que consume un cerdo por día de manera convencional, pero no de la frecuencia con que se alimenta ni la cantidad exacta, debido a que el control de la cantidad de alimento se lleva de forma manual, lo que supone cierto margen de error en la obtención de los datos y en el análisis de los mismos, además de que el tiempo que se requiere para el cálculo de variables productivas no es el óptimo, por otro lado el control manual de estos datos implica un gasto, que sin duda alguna con el desarrollo de tecnológico de este comedero autónomo no lo habrá (*Mórelo y Viroliá, 2015*).

Así mismo, es de suponer también que algunas variables productivas, como la ganancia de peso se puede controlar mejor y en determinado momento experimentar con los resultados de comederos convencionales y compararlos contra los resultados obtenidos de los comederos automáticos con métodos convencionales en los procesos de producción de cerdos. Por lo tanto la presente investigación tiene como objetivo automatizar los comederos de los cerdos en experimentación para obtener y analizar datos de manera precisa e inmediata, a través de sensores.

II. Descripción de la empresa

Visión: Ser una institución líder en la Educación Superior Tecnológica, de alto desempeño y comprometida en la práctica de valores, contribuyendo así a la información de una sociedad a la altura de las exigencias del entorno.

Misión: Formar profesionales competitivos emprendedores y humanistas con un enfoque de desarrollo sustentable, capaz de transformar el entorno social, preservar y rescatar la identidad cultural.

Valores: Honestidad, respeto, tolerancia, humildad, ética, trabajo en equipo.

El Instituto Tecnológico de Huejutla, está ubicado en la Huasteca Hidalguense entre los paralelos de 21°9'13.07" de latitud norte 98°22'7.07" longitud oeste a una altura de 142 msnm.

Área de trabajo:

Sector porcino: Consiste en la crianza de ganado porcino, con fines comerciales, para obtener algún beneficio productivo. La granja cuenta con diferentes áreas las cuales son:

Pie de cría: Se dedican a la producción y mejora genética del ganado porcino para venderlos como vientres y sementales.

Producción de lechones: Se crían los lechones durante la lactancia y al destete se venden a otros productores, quienes se encargan de engordarlos.

De ciclo completo: Cuentan con vientres y en su caso, con sementales para la producción de lechones, los cuales son engordados hasta su finalización para su sacrificio o venta.

De engorda: Adquieren los lechones destetados y se dedican a engordarlos hasta que están finalizados para ser enviados al rastro.

III. Problemas a resolver

En México la carne de cerdo es una de las principales carnes rojas más consumidas, ocupa la segunda posición en los productos cárnicos, después de la carne de pollo y de res; en el estado de Hidalgo es más consumida por la población por su bajo costo, para preparar comidas típicas de la región como tamales, pozole, zacahuil, entre otros **(Melgoza, 2019)**.

En el Instituto Tecnológico de Huejutla cuenta con un área de producción porcícola que se dedica a la crianza, engorda y venta de cerdos.

Una de las problemáticas encontradas es que no se tiene un buen control de la alimentación de los cerdos ya que se realiza de forma manual, para resolver lo antes mencionado y al poner en marcha el proyecto se obtendrá los siguientes beneficios.

- Reducir gastos de mano de obra.
- Conocer el tiempo aproximado de engorda de un cerdo.
- Mejorar el proceso que hacen de forma manual.
- Aumentar la producción.
- Obtener información en tiempo real sobre el acercamiento al comedero y el total de alimento consumido, para identificar los constantes cambios en la alimentación del cerdo.

De acuerdo a lo anterior se optó por realizar un prototipo de comedero automatizado para cerdos y obtener datos precisos.

IV. Objetivos

General:

Diseñar y desarrollar un comedero automático que detecten las variables, cantidad de alimento que consume un cerdo y la frecuencia de consumo.

Específicos:

- 1.- Diseñar y fabricar un comedero automático de acuerdo a las necesidades del productor.
- 2.- Desarrollar un software para microcontrolador que permita censar los datos necesarios.
- 3.- Generar los datos de la cantidad de consumo de alimento y frecuencia de alimentación.

V. Justificación

Durante los últimos años algunas personas se dedican a la porcicultura ya que la carne de cerdo es un ingrediente fundamental en la dieta mexicana: es la segunda especie que más se consume en el país por atrás del pollo y representa el 26.31% del consumo total de carne del país afirma los estudios de economía y comercial de la embajada de España en México siendo además uno de los países que más importa en el mercado internacional **(Melgoza, 2019)**.

Comúnmente las granjas que se dedican a la cría, engorda de cerdos se realizan de forma tradicional en corrales alimentándolos de acuerdo a sus estrategias planteadas por si mismos, la automatización sería de gran utilidad debido a que en la actualidad es utilizada en diferentes áreas de producción.

Por tal motivo el presente proyecto se enfoca en realizar una automatización de comederos para porcinos del Instituto Tecnológico de Huejutla debido a que no se sabe con exactitud cuánto alimento consume diariamente un cerdo y la frecuencia en que se acerca a comer. El principal beneficio de dicha automatización es que facilitará la recolección de los datos obteniendo como resultados la cantidad de alimento consumido durante un día y la frecuencia de acercamiento al comedero, así mismo facilitará al productor poder tomar decisiones pertinentes de acuerdo a la alimentación de cada cerdo.

VI. Fundamento Teórico.

Referencias y Fundamentos tecnológico.

Sistema de producción de cerdos

En la alimentación de cerdos, los alimentos para la nutrición de estos deben de estar diseñados para brindarles los nutrientes indispensables para cada una de las fases de producción, con la finalidad de lograr los mejores beneficios económicos en la explotación porcina, siguiendo las reglas de sanidad y manejo (*Solórzano, 2015*).

Las fases de producción de los cerdos las podemos dividir en dos grupos generales que son los animales para mercado y los cerdos de hato reproductor. El objetivo de las fases de producción de los cerdos para mercado es alcanzar el peso al sacrificio (90-100 Kg) en el menor tiempo posible. Es importante tener presente por razones económicas que el máximo tiempo para alcanzar ese peso a mercado no debe pasar de 170 días; sin embargo, cualquier reducción en el número de días representará una ventaja económica. Para obtener el tiempo optimo a mercado, el cerdo debe obtener una ganancia de peso diario promedio mayor de 600 gramos del nacimiento hasta el mercado. Cuando se trabajan con líneas genéticas magras el tiempo a mercado disminuye entre 10 a 20 días para cualquier peso y la ganancia promedio de precio mínima del nacimiento al mercado es de 650 gramos (*Campabadal, 2009*).

Ciclo productivo de un cerdo

Para todo porcicultor o persona dedicada a la explotación del cerdo es de gran importancia conocer el ciclo de producción porcina, ya que el manejo de estas etapas, al igual que de todo el sistema de producción del cerdo desde el momento de su nacimiento hasta que es llevado al mercado determinan los beneficios o pérdidas de tipo económico.

Podríamos decir que el ciclo productivo del cerdo comienza desde el momento de su nacimiento y por ello es indispensable tener en cuenta todas las recomendaciones sobre manejo y cuidados con el lechón recién nacido.

Luego viene una etapa de lactancia que oscila generalmente desde 49 a 63 días dependiendo de las instalaciones y el manejo que se tenga en la porqueriza (**Church et Pond, 1992**).

Pasada la etapa del destete los cerdos entran a una etapa llamada iniciación que va desde el destete hasta los 20Kg. de peso vivo, luego ingresan a la etapa de levante la que va desde los 20 Kg. hasta los 45 Kg. o sea más o menos desde los 60 hasta los 120 días aproximadamente. Terminado el levante los cerdos pasan a la etapa de engorde, que va desde los 45Kg. de peso hasta 90 - 110 Kg., que es el peso final para el mercado. Si los cerdos se destinan como reemplazos se seleccionan a los 8 meses o sea después de la ceba. Estos cerdos serán los que posteriormente se utilizaran en la porqueriza como reproductores para monta.

0 días	21 - 63 días	Destete a 20 Kg	20 - 40 Kg	40 - 90 Kg
Parto	Lactancia	Precebo	Levante	Ceba

Tabla 1 Ciclo productivo de un cerdo.

El ciclo productivo completo de una cerda es como sigue: La etapa de gestación es de 115 días aproximadamente, tiempo al cual tiene su parto, luego viene la etapa de la lactancia que es aproximadamente 49 - 63 días que es el momento cuando se realiza el destete, luego del destete viene un período vacío que es de 7 días, tiempo en el que ocurre la recuperación del útero, pasada esta etapa la cerda entra en calor o celo, momento que se debe aprovechar para ser servida (monta). Si la cerda después de servida por el reproductor no queda preñada volverá a repetir el calor a los 21 días o sea que es de gran importancia observar la cerda 21 días después de haber sido servida, para comprobar si ha quedado preñada. También es recomendable volver a mirar la cerda a los 42 días del servicio para acabar de confirmar la preñez. Finalmente si la cerda ha quedado preñada, tendremos que volver a esperar 115 días que es su tiempo de gestación.

Instalaciones porcinas

Constituyen uno de los papeles más importantes en el programa de inversiones para la explotación porcina. Pues representa erogaciones absolutamente necesarias que no producen ganancias inmediatas. Por esta razón el capital inmovilizado debe ser el menor posible. Las instalaciones porcinas deben atender determinadas exigencias básicas en cuanto a higiene, orientación, economía, racionalización del trabajo, y fácil manejo. Las instalaciones suntuosas, exageradas, y complicadas además de ser antieconómicas revelan el escaso conocimiento de quien lo proyecta.

La virtud está en la simplicidad y el sentido común, economía y estética. Para producir más y eficientemente los cerdos necesitan instalaciones adecuadas, debido a su hábito de alimentación monogástrico-omnívoro, su dificultad para transpirar, su tendencia natural a la tranquilidad, su necesidad de economizar energía y su deficiente aparato termorregulador.

Las instalaciones porcinas son higiénicas cuando están bien ventilados y atienden a los factores climáticos (viento, temperatura, humedad). Además, deben permitir una correcta exposición al sol o protección según las circunstancias. La humedad ambiental es el mayor enemigo del cerdo. Una humedad elevada con baja temperatura predispone al cerdo a las enfermedades de los aparatos respiratorio y digestivo. Si la humedad y la temperatura son elevadas provocan inapetencias y crean condiciones óptimas para los parásitos externos e internos. Las instalaciones porcinas destinadas a cerdos deben asentarse en zonas de buenos caminos, que permitan el acceso permanente al criadero.

Factores a considerar en la alimentación de cerdos en engorda

Diversos factores afectan los requerimientos de los cerdos para un nutriente específico. Los requerimientos están influenciados por una combinación del potencial de crecimiento y el consumo voluntario, los cuales requerirán cambiar la concentración del nutriente en la dieta y conocer los requerimientos de los cerdos en base a una cantidad por día. Algunos de estos factores son (*Dritz et al., 1997*):

- Medio ambiente (temperatura, humedad, instalaciones y competencia por el alimento).
- Raza, sexo y origen genético de los cerdos.
- Presencia de hongos, toxinas o inhibidores en la dieta.
- Disponibilidad y absorción de los nutrientes en la dieta.
- Variabilidad del contenido de nutrientes y disponibilidad en el alimento.
- Nivel de aditivos alimenticios o promotores de crecimiento.
- Concentración energética de la dieta.
- Nivel de alimentación como son la alimentación limitada contra la alimentación a libre acceso.

Compuestos anti nutricionales:

Diversos ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas de los cerdos contienen compuestos que inhiben la actividad de algunas enzimas digestivas o impiden el acceso de estas a los sustratos, afectando la digestibilidad de los nutrientes. Entre estos, se encuentran la soya integral, pasta de nabo, harinolina, y los granos y cereales. La pasta de soya contiene compuestos químicos denominados inhibidores de tripsina (IT); la pasta de nabo a los glucosinolatos, la harinolina al gopipol, los granos (maíz, trigo, cebado y sorgo) contiene sales del ácido fítico (fitatos) combinados con algunos minerales (fósforo, hierro, zinc, etc.) y carbohidratos no almidonosos (xilanos y glucanos).

Los inhibidores de tripsina inactivan a tripsina y quimotripsina al formar complejos con estas enzimas (*Blow et al., 1974*); mientras que los glucosinolatos y gossypol tienen efectos tóxicos en el animal. Por su parte, los fitatos, xilanos y glucanos, aunque no inhiben la acción de ninguna enzima ni son tóxicos, si impiden la digestión de proteína, minerales, y energía, principalmente (*Cromwell et al., 1995; Yi et al., 1996*).

El trigo contiene pentosanos que tienen efectos antinutricionales que reducen el desempeño de los animales y causan heces blandas. El mecanismo es el aumento de viscosidad en el íleo y la reducción en la absorción de nutrientes (*Balconi, 1997*).

Utilización y consumo de agua:

La cantidad necesaria de agua para un animal varía según el régimen alimenticio que se le proporciona, la humedad y temperatura exterior, más o menos necesitaría tres kilogramos de agua por cada kilogramo de alimento seco y por cada 100 kilogramos de peso. El agua contenida en el cuerpo de un animal depende de la especie zootécnica, la edad, etc., la grasa sustituye en buena parte al agua en los diversos tejidos del cuerpo, por lo que un cerdo gordo puede contener el 38% y de un cerdo magro el 55% de agua (*Escamilla, 1986*).

Tipos de comederos para cerdos.

Para la administración adecuada de alimentos, se debe contar con buenos comederos para cerdos, lo ideal es que sean funcionales y eviten pérdidas de alimento. Los comederos, tanto manuales como automáticos; pueden ser individuales cuando se trata de racionar alimento individualmente y colectivos cuando se tratan de lotes numerosos.

1. Comederos Manuales:

Los comederos manuales sigue siendo un elemento fundamental, sobre todo en las etapas en que es preciso controlar el consumo de alimentos: Gestación, lactancia, recría de reproductores, padrillos fuera de servicio entre otros.

Dentro de los comederos manuales podemos encontrar los comederos manuales individuales y los comederos manuales colectivos. Ambos tienen que estar muy bien contruidos y con un material duradero. Pueden realizarse de madera, chapa metálica o incluso de cemento.

Lo más común es encontrarlos de madera o de cemento porque resultan lo suficientemente pesados para que los cerdos lo volteen, además tiene una duración ilimitada. Las piletas de metal generalmente son más fáciles de limpiar que las de madera, pero éstas son más fáciles de voltear, además suelen desgastarse mucho más rápido.

La condición principal dentro de los comederos manuales es que se puedan limpiar perfectamente con facilidad. Para ello tendrán una superficie lisa y todos los ángulos deben ser redondeados. Además para facilitar un poco la tarea de la limpieza es recomendable que tenga un caño de descarga.

Los comederos para cerdos pueden tener diversas formas: En V, con el fondo plano o en media caña. Las piletas de fondo plano ofrecen la ventaja de que no se voltean con facilidad, pero en ellos se desperdicia mucho alimento. Es necesario que todos los animales puedan comer simultáneamente dentro de la instalación, por eso si el lote cuenta con 20 cerdos, el comedero tendrá 20 espacios.

Matemáticamente podemos decir que la longitud está determinada por la cantidad de cerdos que se tengan que alimentar.

2. Comederos automáticos.

a) Comederos automáticos de libre alimentación:

Los comederos automáticos de libre alimentación se utilizan en la que el cerdo ya es capaz de comer por su propia voluntad, es decir los lechones en periodo de lactancia y post destete, cachorros en recría, cerdas en terminación y padrillos en servicio.

b) Comederos para lechones en lactancia:

Casi siempre son de madera, están contruidos para que los cerdos puedan alimentarse hasta saciar su apetito, para distribuir las raciones estos aparatos se basan en el principio de la gravedad.

Están formados por una tolva o depósito en forma de embudo de paredes lisas e inclinadas, de donde el alimento va bajando por gravedad a una base. La base está dividida en varios compartimentos para los animales.

La ración se desliza hasta las aberturas inferiores hasta que su nivel baja y cae de nuevo. Para evitar la pérdida de la ración es recomendable que el borde inferior de la pared lateral de la tolva esté a una altura menor que el borde del externo de la boca individual.

Es importante que la ración resbale libremente, pero no debe fluir con tanta rapidez para que no se desperdicie, por lo que debe estar provisto de un regulador que permita controlar la salida de alimento. Para que la ración se desplace hacia adentro cuando el animal come, se debe redondear el ángulo interno formado por el borde externo y el piso del comedero.

Comederos utilizados.

1. Control automático de un alimentador para aves de corral:

Con este comedero se controla el flujo de alimento y el peso contenido en un recipiente, para lo cual implementaron tensiones de referencia base (tensión de referencia del peso, tensión de referencia del flujo y tensión de error a la salida de su sistema) para esto utilizaron una compuerta de salida y se usó una tolva a donde llega el alimento, un sistema de compuerta de desfogue que simula que los animales consumieron el alimento, la tensión de referencia de error se vuelve negativa para hacer la inversión de giro del servomotor

Para el control automático utilizaron 2 controladores, uno para el peso y uno para el flujo de alimento, luego se aplicó una lógica para controlar al servomotor, las retroalimentaciones son para el peso, y una romana con potenciómetro lineal que simula una galga extensiométrica. (*Andres Orellana, 2007*).

2. Comederos Avicorvi:

El señor Edgar Orozco Osorio fundador de la empresa AVICORVI S.A.S basado en las necesidades que le producía su galpón diseñó unos bebederos de nipple que evitan el desperdicio del agua y mejora la salubridad en el galpón, también hizo el diseño de comederos manuales y automáticos para poder suministrar alimento a las aves de engorde.

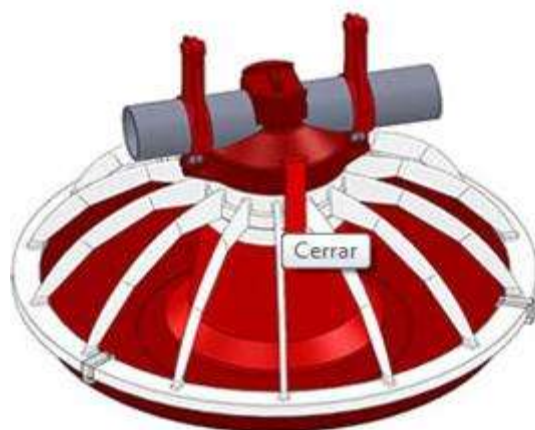


Figura 1 Comederos Avicorvi.

Sistema automático de suministro de alimento con circuito cerrado, de dos líneas, atendido por un motor de corriente Alterna. (*Osorio, 1999*).

3. Comedero automático para aves:

Línea de comedero automático ivega para aves: para pavos, patos, gallinas y pollos excelente arranque, desde el inicio hasta la faena. Distribución uniforme alrededor del plato ivega sin riesgos. La tolva ivega va equipada con un aro adicional de fácil montaje para aves a partir de 6 o 7 semanas, aro que evita desperdicios y recoge sobrantes devolviéndolos al plato. Sistema de elevación completo, tolva de admisión de 70l en plástico.





Figura 2 Comedero automático para aves.

4. Dosificación de alimento para perros:

La cantidad y la frecuencia en la comida varían dependiendo de las características de cada tipo de perro: edad, tamaño, actividades específicas, etc. En general un perro adulto, a partir de los 8 a 12 meses, debe comer 2 o 3 veces al día y en perros de gran tamaño hasta 4 (*Estévez, 2005*). Se debe buscar el tipo de comida que contenga los nutrientes necesarios para la raza de perro o gato que tiene. Se recomienda consultar al veterinario para conocer las necesidades específicas de cada mascota y recomendaciones particulares de cada caso.

Comederos existentes en el mercado:

En la actualidad existen, a nivel comercial, diversos tipos de comederos de comida para pollos, aves, perros, gatos entre otros. A continuación, en la tabla 2 se muestran diferentes comederos de comida y de agua. Las características de los comederos que se tienen en cuenta para el análisis son: tipo de comida que pueden almacenar, nivel de automatización, razas que puede atender, mecanismo de dosificación, sensor de cantidad, capacidad máxima de almacenamiento, conectividad y fuente de alimentación.

Dispositivo Comercial	Tipo de Comida	Nivel de Automatización	Razas	Mecanismo	Sensor de Cantidad	Capacidad de Almacenamiento	Conectividad	Fuente de Alimentación
 <p>(PET-MARK, 2014)</p>	Agua	No Programable	Todas	Por presión atmosférica	No aplica	2 Litros	No	No Aplica
 <p>(AM-MASCOTAS, 2014a)</p>	Agua	No Programable	Todas	Gravedad	No aplica	3.3 Litros	No	No Aplica
 <p>(AM-MASCOTAS, 2014b)</p>	Agua	No Programable	Todas	Botella Inclinación manual	No aplica	500 ml	No	No Aplica

<p>(Petmate, 2014b)</p>	Solida Seca	No Programable	Todas	Por Gravedad	No Aplica	1 Kg	No	No Aplica
<p>(AM-MASCOTAS, 2014d)</p>	Solida Seca	No Programable	Todas	Compuerta Manual	No Aplica	2 Kg	No	No Aplica
<p>(Petmate, 2014c)</p>	Solida Seca	Volumen/Desd e ¼ hasta 2 tazas. Tiempo/3 horarios por día. Pantalla LCD	Todas	Compuerta por motor	No	2.25 Kg a 4.5 Kg	No	3 Pilas alcalinas D / 6 meses
<p>(Petmate, 2014c)</p>	Solida Seca	No Programable	Todas	Compuerta Rotativa Manual	No aplica	5 Kg	No	No Aplica






	Solida Seca y Humeda	No Programable	Todas	Porciones Divididas	No Aplica	4 Kg	No	No Aplica
(AM-MASCOTAS, 2014c)								
	Solida Seca y Humeda	Tiempo/Hasta 48 Hrs	Todas	2 Platos Tapar/Des- apar	No	340 ml x 2	No	Batería AA /12 Meses
(PetSafe, 2014a)								
	Solida Seca y Humeda	Tiempo/Hasta 4 días x horas. Pantalla LCD	Peque- ñas	Plato con tapa rodante	No	4 Porciones de 400 ml	No	4 Pilas alcalinas C / 1 Año
								
	Agua y sólida seca y húmeda	Tiempo/5 horarios por día. Pantalla LCD	Todas	Plato rodante con tapa fija	No	5 porciones de 230 g	No	4 Pilas alcalinas D
(PetSafe, 2014b)								

Tabla 2 Comedores existentes en el mercado.

Software a utilizar:

Arduino

Es una compañía de desarrollo de software y hardware libre, así como una comunidad internacional que diseña y manufactura placas de desarrollo de hardware para construir dispositivos digitales y dispositivos interactivos que puedan detectar y controlar objetos del mundo real. Arduino se enfoca en acercar y facilitar el uso de la electrónica y programación de sistemas embebidos en proyectos multidisciplinarios. Los productos que vende la compañía son distribuidos como Hardware y Software Libre, bajo la Licencia Pública General de GNU (GPL) y la Licencia Pública General Reducida de GNU (LGPL), permitiendo la manufactura de las placas arduino y distribución del software por cualquier individuo.

Existen diferentes tipos de arduino se enlistan algunos de ellos:

- Arduino UNO
- Arduino DUE
- Arduino Leonardo
- Arduino Mega 2560
- Arduino Mega ADK
- Arduino Micro
- Arduino Nano
- Arduino YUN
- Arduino FIO

Arduino software

IDE – entorno de desarrollo integrado, llamado IDE (sigla en inglés de integrated development environment), es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. Puede dedicarse en exclusiva a un solo lenguaje de programación o bien puede utilizarse para varios.

Un IDE es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Además en el caso de Arduino incorpora las herramientas para cargar el programa ya compilado en la memoria flash del hardware a través del puerto serie.

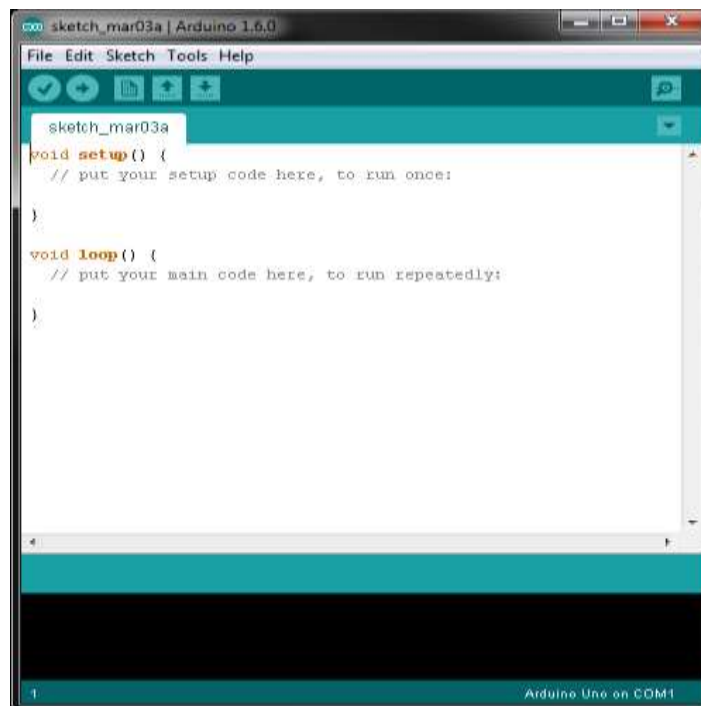


Figura 3 Entorno de software de Arduino.

Hardware a utilizar:

Arduino Uno

Es una plataforma open-hardware basada en una sencilla placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales. El elemento principal es el microcontrolador Atmegax8, cuenta con un chip sencillo y de bajo coste que permite el desarrollo de múltiples diseños.

Hardware

- Microprocesador ATmega328
- 32 kbytes de memoria Flash
- 1 kbyte de memoria RAM
- 16 MHz
- Entradas y salidas
- 13 pins para entradas/salidas digitales (programables)
- 5 pins para entradas analógicas
- 6 pins para salidas analógicas (salidas PWM)
- Completamente autónomo: Una vez programado no necesita estar conectado al PC
- Voltaje de funcionamiento: 5 voltios
- Voltaje de entrada: 7 a 20 voltios



Figura 4 Microprocesador ATmega328.

Arduino uno datasheet

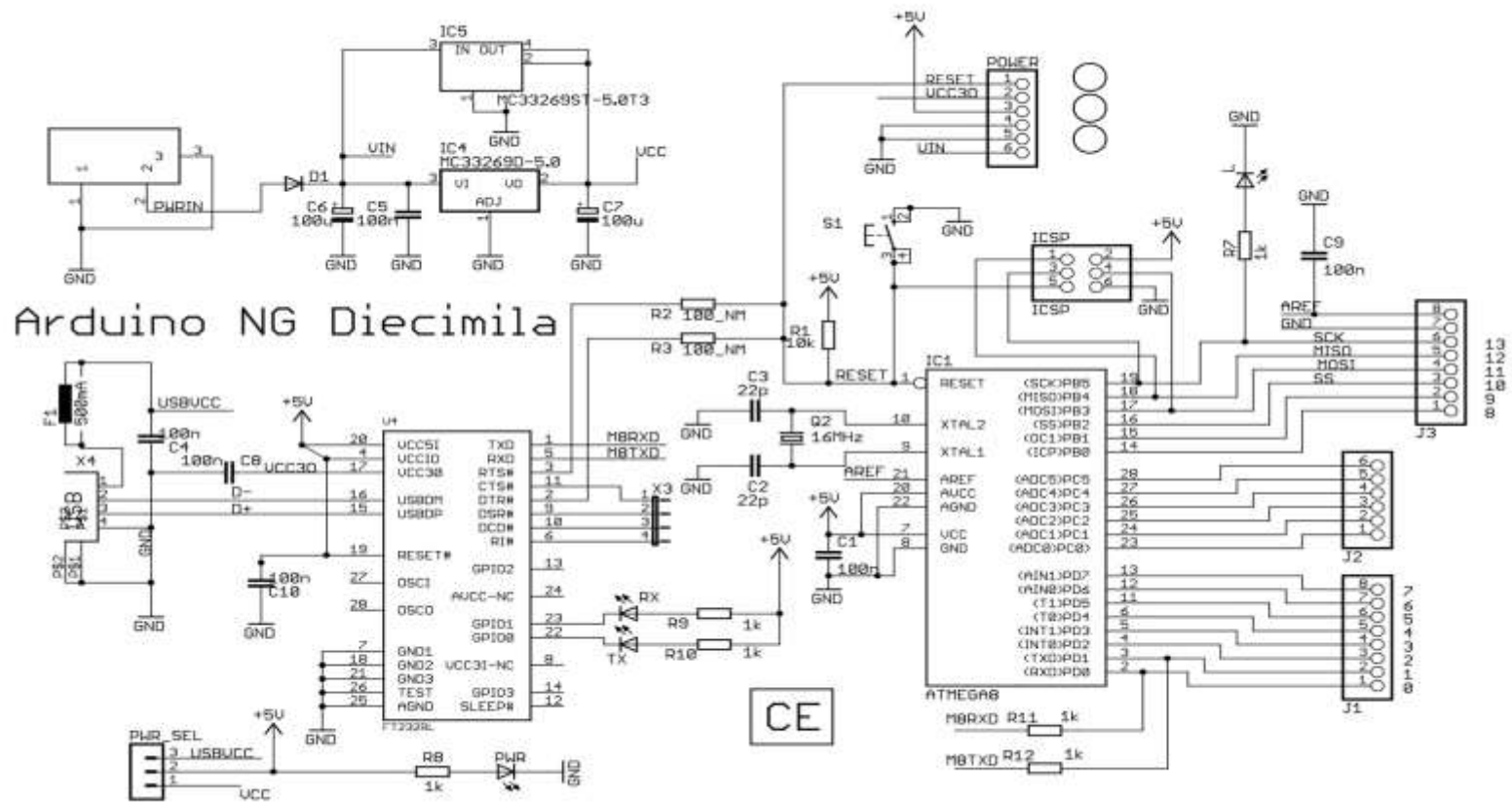


Figura 5 Datasheet de arduino Uno.

Celda de carga

Es un transductor utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica. Esta conversión empieza a partir de un dispositivo mecánico, es decir, la fuerza que se desea medir, deforma la galga extensiométrica. Y por medio de medidores de deformación (galgas) obtenemos una señal eléctrica con la cual podemos obtener el valor de la fuerza.

Las celdas de carga convierten la carga que actúa sobre ellos en señales eléctricas. La medición se realiza con pequeños patrones de resistencias que son usados como indicadores de tensión con eficiencia, a los cuales llamamos medidores. Los medidores están unidos a una viga o elemento estructural que se deforma cuando se aplica peso, a su vez, deformando el indicador de tensión. Cuando se deforma el medidor de deformación la resistencia eléctrica cambia en proporción a la carga. Esto se logra por medio de un puente Wheastone, el cual se utiliza para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio de “brazos” del puente. Estos están contruidos por cuatro resistencias que forman un circuito cerrado. En el caso de las celdas de carga las resistencias son los medidores de deformación.

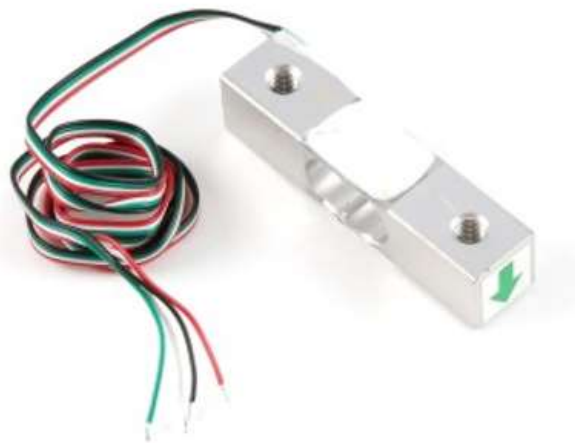


Figura 6 Celda de carga.

Módulo HX711

El HX711 es un convertidor analógico - digital de precisión de 24 bits (ADC) diseñado para básculas de pesaje y aplicaciones de control industrial para interactuar directamente con un sensor de puente. Es un transmisor entre las celdas de carga y un microcontrolador como Arduino, permitiendo leer el peso en la celda de manera sencilla. Es compatible con las celdas de carga de 5kg, 20kg y 50kg. Utilizado en sistemas de medición automatizada, procesos industriales, industria médica.

El chip HX711 posee internamente la electrónica para la lectura del puente de Wheatstone formado por la celda de carga y también un conversor ADC de 24 bits. Se comunica con el microcontrolador por medio de un protocolo de tipo serial mediante 2 pines (Clock y Data).

Especificaciones técnicas

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Consumo de corriente: menor a 10mA
- Voltaje de entrada diferencial: $\pm 40\text{mV}$
- Resolución conversión A/D: 24 bit
- Frecuencia de lectura: 80 Hz
- Dimensiones: 38mm*21mm*10mm
- Dos canales de entrada diferencial seleccionables
- PGA activo de bajo ruido en el chip con ganancia seleccionable de 32, 64 y 128
- Regulador de la fuente de alimentación en el chip para celdas de carga y fuente de alimentación analógica ADC

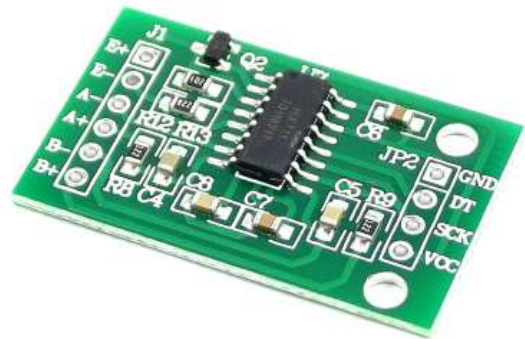


Figura 7 Decodificador HX711.

Sensor ultrasónico

El sensor HC-SR04 es un sensor de distancia de bajo costo que utiliza ultrasonido para determinar la distancia de un objeto en un rango de 2 a 450 cm. Destaca por su pequeño tamaño, bajo consumo energético, buena precisión y excelente precio. El sensor HC-SR04 es el más utilizado dentro de los sensores de tipo ultrasonido, principalmente por la cantidad de información y proyectos disponibles en la web. De igual forma es el más empleado en proyectos de robótica como robots laberinto o sumo, y en proyectos de automatización como sistemas de medición de nivel o distancia.

Especificaciones técnicas

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Corriente de reposo: < 2mA
- Corriente de trabajo: 15mA
- Rango de medición: 2cm a 450cm
- Precisión: +- 3mm Ángulo de apertura: 15°
- Frecuencia de ultrasonido: 40KHz
- Duración mínima del pulso de disparo TRIG (nivel TTL): 10 μ S
- Duración del pulso ECO de salida (nivel TTL): 100-25000 μ S
- Dimensiones: 45mm x 20mm x 15mm
- Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra 20ms (recomendable 50ms)



Figura 8 Sensor ultrasónico.

Servomotor

Es un dispositivo electromecánico conformado por un motor eléctrico, un juego de engranes y una tarjeta de control, todo constituido dentro de una carcasa de plástico. Se puede controlar su posición angular, es decir, puede ubicarse en cualquier posición dentro de un rango de operación generalmente de 180° pero puede ser fácilmente modificado para tener un giro libre de 360°. Por su gran precisión de posición angular se suelen utilizar en robótica, automática y modelismo (vehículos por radio-control, RC).

Los servomotores funcionan por medio de modulación de ancho de pulso (PWM) Todos los servos disponen de tres cables, dos para alimentación Vcc y Gnd (4.8 a 6 [V]) y un tercero para aplicar el tren de pulsos de control, que hace que el circuito de control diferencial interno ponga el servo en la posición indicada.

La frecuencia usada para mandar la secuencia de pulsos al servomotor es de 50 Hz esto significa que cada ciclo dura 20 ms, Las duraciones de cada pulso se interpretan como comandos de posicionamiento del motor, mientras que los espacios entre cada pulso son despreciados.



Figura 9 Servomotor.

VII. Procedimiento

Descripción de las actividades realizadas

Se realizó un análisis sobre el problema encontrado en el área porcina del Instituto Tecnológico de Huejutla para determinar las variables a evaluar.

De acuerdo al análisis se hizo una investigación para conocer los tipos de comederos que ya existen, de los cuales podemos mencionar algunos: dispensador de alimento para mascotas, comedero AVIRCORVI, dosificador de alimento para perros, así como los comederos que ya son utilizados en la avicultura. Lo anterior nos permitió determinar las posibles mejoras que se puedan implementar a dichos comederos, sin embargo optamos por la automatización de comederos para cerdos en experimentación, ya que para la producción porcina aún no existe este tipo de comederos y gran cantidad de personas se dedican a la porcinocultura.

Posteriormente se hizo el diseño del comedero para identificar donde estarán ubicados los sensores y las funciones que realizará cada sensor.

Una vez terminado el diseño se procede a llevar a cabo la programación de los sensores.

Cuando se termine con la programación, se realizará la instalación de los sensores en el comedero.

Se realizó las pruebas de las conexiones para evitar posibles errores en los datos que se van a generar.

Al realizar la práctica profesional en el área de porcicultura se realizaron las siguientes actividades para realizar la automatización del comedero:

Análisis del diseño del comedero

Se hizo un análisis del diseño del comedero que se tenía en el área de porcicultura, se observó que no nos iba a permitir desarrollar la automatización porque el alimento bajaba por gravedad al momento que el cerdo consumía alimento.

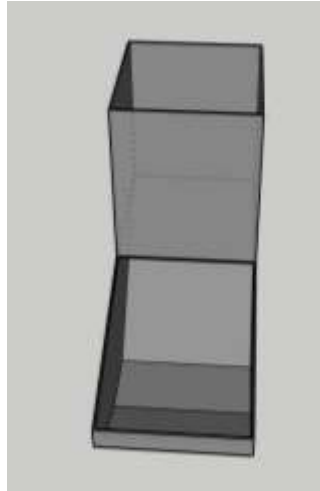


Figura 10 Comedero del área porcina.

Se realizó una propuesta del diseño del comedero el cual permitió llevar a cabo la automatización.

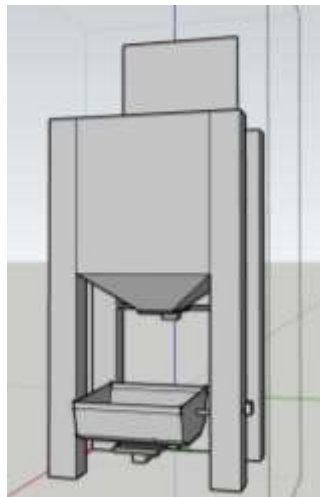


Figura 11 Diseño del comedero automatizado.

Pruebas de los sensores a utilizar.

Sensores para detectar presencia.

Al realizar la prueba con el sensor PIR (HC-SR501) se detectó que no iba a funcionar ya que también detectaba el calor del espacio y esto hacía que también hubiera un margen de error al detectar presencia.

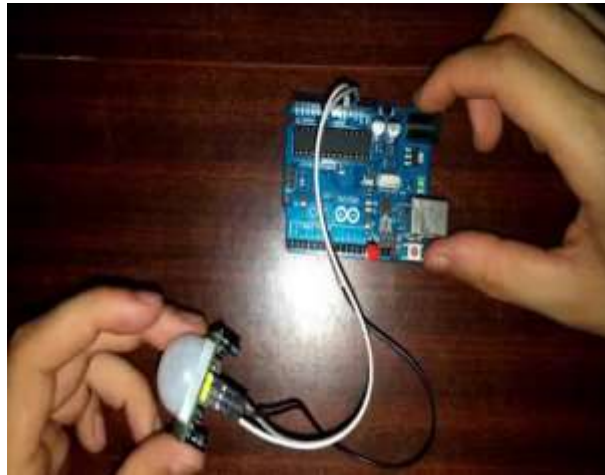


Figura 12 Pruebas del sensor PIR.

Sensor ultrasónico (HC-SR04) es un sensor el cual también detecta presencia, una ventaja de este es que puede calibrar el alcance mínimo y máximo para que detecte un objeto el cual da una mayor posibilidad para detectar presencia de un objeto por tal motivo fue el sensor que se eligió.

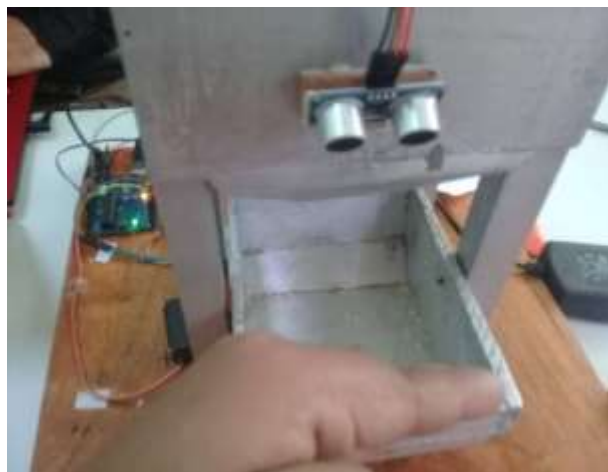
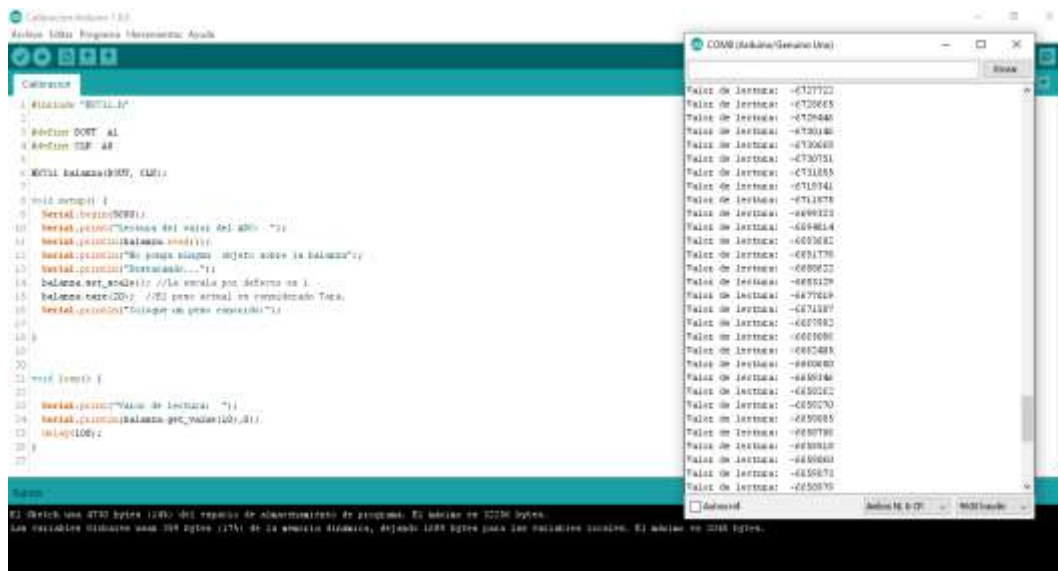


Figura 13 Prueba del sensor ultrasónico.

Pruebas de la celda de carga y módulo HX711

Al momento de calibrar la celda de carga se tuvieron márgenes de error ya que primero detecto que el modulo venia dañado, por tal motivo se realizó la compra de otro.

Posteriormente se detectó que al momento de hacer la calibración arrojaba datos negativos, por lo tanto se realizaron correcciones de código se volvieron a hacer pruebas y se obtuvieron los resultados precisos.



The image shows a screenshot of a C++ IDE with a code editor on the left and a serial monitor window on the right. The code editor contains the following code:

```
1 #include "HX711.h"
2
3 #define DOUT_A1
4 #define TOUT_A4
5
6 void balance(WORD, float);
7
8 void setup() {
9   Serial.begin(9600);
10  Serial.println("Pesos del valor del peso: ");
11  Serial.println(balanza(0));
12  Serial.println("No ponga ningun objeto sobre la balanza");
13  Serial.println("Desconecte...");
14  balance(0, 0); //Inicializa por default en 0
15  balance(0, 0); //El peso actual es reseteado. Tera.
16  Serial.println("Coloque un peso conocido");
17
18 }
19
20 void loop() {
21   Serial.println("Valor de lectura: ");
22   Serial.println(balanza(0, 0));
23   delay(100);
24 }
```

The serial monitor window displays the following output:

```
Valor de lectura: -6127722
Valor de lectura: -6720665
Valor de lectura: -6720440
Valor de lectura: -6730040
Valor de lectura: -6730660
Valor de lectura: -6730751
Valor de lectura: -6731055
Valor de lectura: -6719741
Valor de lectura: -6718878
Valor de lectura: -6698120
Valor de lectura: -6698614
Valor de lectura: -6693682
Valor de lectura: -6691790
Valor de lectura: -6690822
Valor de lectura: -6691229
Valor de lectura: -6679269
Valor de lectura: -6674109
Valor de lectura: -6699082
Valor de lectura: -6690800
Valor de lectura: -6692408
Valor de lectura: -6690800
Valor de lectura: -6690140
Valor de lectura: -6690282
Valor de lectura: -6690270
Valor de lectura: -6690005
Valor de lectura: -6690780
Valor de lectura: -6690810
Valor de lectura: -6690600
Valor de lectura: -6690870
Valor de lectura: -6690870
```

Figura 13 Prueba de calibración.

Una vez obtenido el dato de calibración se realizó la codificación para que arrojará la cantidad en kilogramos, primeramente generaba datos erróneos ya que colocaba un peso de un kilogramo y el valor obtenido daba cero kilogramos, esto fue a causa del mal uso de la librería, se utilizaba una librería (HX711) y la que se requería era HX711 master.

Análisis de alimentación.

Al momento de realizar la conexión de todos los sensores se percató de que no se estaba dando el voltaje adecuado por tal motivo llegaron a quemar algunos sensores y el microcontrolador ATmega328.

Para ya no pasar por la misma situación se realizó un diseño de circuito con los voltajes adecuados para ello se requirió una fuente externa de 12 volts para hacer la alimentación de todo el circuito.

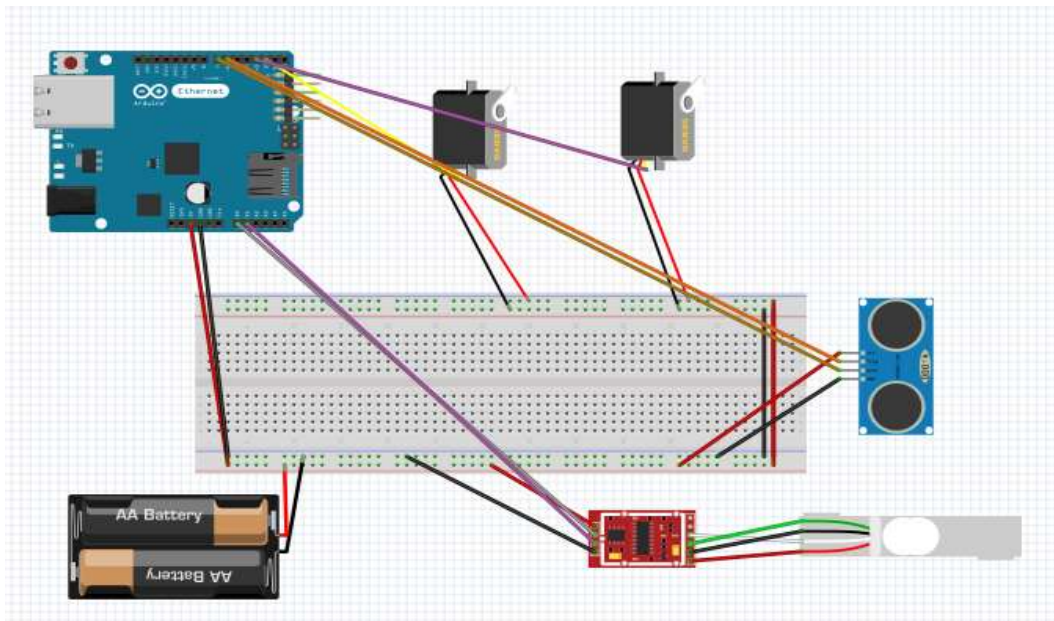
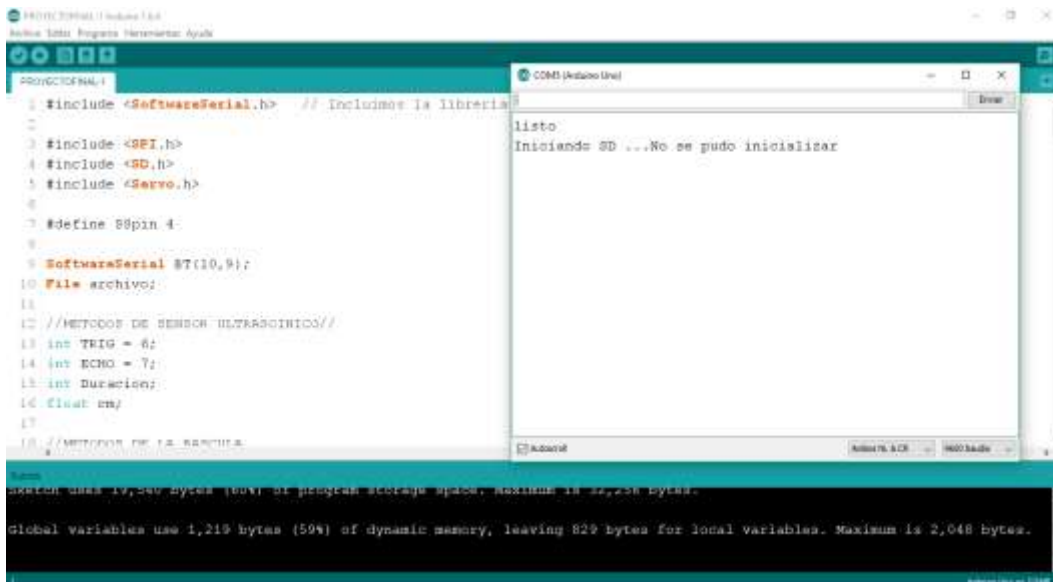


Figura 16 Conexión de sensores.

Pruebas de almacenamiento de datos a memoria SD y errores del sistema

Al momento de hacer las pruebas de codificación ya implementado en el comedero se modificaron los grados del servomotor para abrir la compuerta del contenedor.

También se realizó la prueba de guardar los datos en una memoria SD en un archivo txt, pero hay un margen de error ya que cuando la SD no es detectada no se realiza el procedimiento de la automatización hasta que la SD sea detectada.



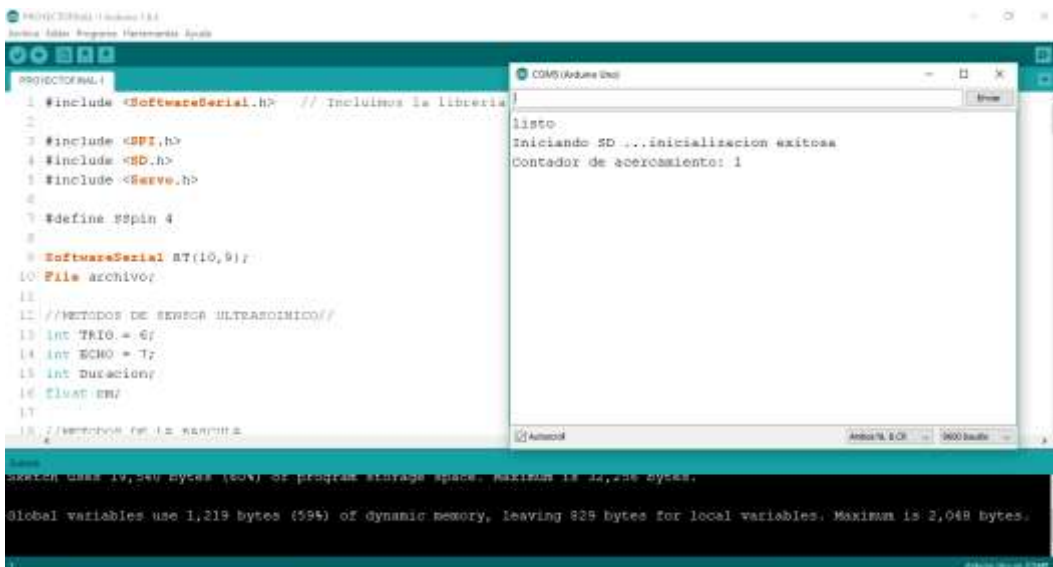
```
PROYECTO0041 - Arduino IDE
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

PROYECTO0041
1 #include <SoftwareSerial.h> // Incluimos la libreria
2
3 #include <SPI.h>
4 #include <SD.h>
5 #include <Servo.h>
6
7 #define SSpin 4
8
9 SoftwareSerial BT(10,9);
10 File archivo;
11
12 //METODOS DE SENSOR ULTRASONICO//
13 int TRIG = 6;
14 int ECHO = 7;
15 int Duracion;
16 float cm;
17
18 //METODOS DE LA SERVIDOR
```

```
COM3 (Arduino Uno)
listo
Iniciando SD ...No se pudo inicializar
```

```
Sketch uses 19,240 bytes (60%) of program storage space. Maximum is 32,256 bytes.
Global variables use 1,219 bytes (59%) of dynamic memory, leaving 829 bytes for local variables. Maximum is 2,048 bytes.
```

Figura 17 Memoria SD no inicializada.



```
PROYECTO0041 - Arduino IDE
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

PROYECTO0041
1 #include <SoftwareSerial.h> // Incluimos la libreria
2
3 #include <SPI.h>
4 #include <SD.h>
5 #include <Servo.h>
6
7 #define SSpin 4
8
9 SoftwareSerial BT(10,9);
10 File archivo;
11
12 //METODOS DE SENSOR ULTRASONICO//
13 int TRIG = 6;
14 int ECHO = 7;
15 int Duracion;
16 float cm;
17
18 //METODOS DE LA SERVIDOR
```

```
COM3 (Arduino Uno)
listo
Iniciando SD ...Inicializacion exitosa
Contador de acercamiento: 1
```

```
Sketch uses 19,240 bytes (60%) of program storage space. Maximum is 32,256 bytes.
Global variables use 1,219 bytes (59%) of dynamic memory, leaving 829 bytes for local variables. Maximum is 2,048 bytes.
```

Figura 18 Memoria inicializada correctamente.

VIII. Impacto Económico

VIII.I. Factibilidad Operativa

De acuerdo a las necesidades propuestas por el personal y prestadores de servicio del área de porcicultura del Instituto Tecnológico de Huejutla, se tiene la posibilidad de poner en marcha la nueva tecnología en los comederos para cerdos, aprovechando los beneficios que ofrece, por otra parte el personal tiene conocimiento del manejo de las nuevas tecnologías actuales, por lo cual solo se les brindará una capacitación sobre el funcionamiento de dicho comedero ya que no requiere de constante operación de personal ya que trabajará de manera autónoma cuando se acerque un cerdo a comer, posteriormente actuará de acuerdo al proceso que se le ha programado.

VIII.II. Factibilidad Técnica

Debido a tratarse de un proyecto sumamente importante, la necesidad de adquirir, equipos, materiales electrónicos, entre otros que son de suma importancia para el desarrollo de dicho proyecto.

A continuación se muestran las características de hardware y software que se utilizaron para la realización del prototipo (Tabla 3). El material requerido no es muy comercializado en la ciudad de Huejutla, sin embargo gracias a la tecnología se pueden encargar por la web en la página de Mercado libre.

Tipo de recurso	Nombre del recurso y descripción
Hardware	PC de 4 GB en RAM
	Procesador Intel
	Servomotores de 15kg y 180°
	Sensor ultrasónico
	Sensor de peso de 2kg
	Decodificador hx711 de 24 bits (ADC)
	Microprocesador ATmega328
	Fuente alimentación de 150 volts
	Cables DuPont Macho-Hembra Macho- Macho Hembra- Hembra
Software	Arduino

Tabla 3 Recursos técnicos para desarrollo del prototipo.

VIII.III. Factibilidad Económica

Después de realizar un análisis de los recursos a emplear durante el proyecto se identificó la inversión a realizar para este proceso. A continuación se presenta en la tabla los detalles de costos a realizar.

Tipo de recurso	Nombre del recurso y descripción	Cantidad	Precio
Hardware	PC de 4 GB en RAM Procesador Intel	1	0
	Servomotores de 15kg y 180°	2	\$240
	Sensor ultrasónico	1	\$30
	Sensor de peso de 2kg	1	\$70
	Decodificador hx711 de 24 bits (ADC)	1	\$25
	Microprocesador ATmega328	1	\$125
	Fuente alimentación de 150 volts	1	\$150
	Cables DuPont Macho-Hembra Macho- Macho Hembra- Hembra	3	\$81
	Software	Arduino	1
Material	Lámina galvanizada	1	\$150
	Tubular para soporte	1	\$130
	Remaches	20	\$40
	Tornillos	¼ kg	\$25
	Soldadura Estaño	1	\$20
	Bisagras de Libro	1	\$5
		Total	\$4,091

Tabla 4 Tabla de costos de prototipo.

Lo anterior refleja solamente los costos en equipo y material sin embargo debe destacarse que para llevarlo a un estado de aplicación real la inversión sería de **\$5,727.00** como se muestra a continuación.

MATERIA PRIMA	UNIDAD DE COMPRA	COSTO DE COMPRA
Celda de Carga para microcontrolador	1	\$650.00
Modulo A/d 24 Bits Hx711	1	\$150.00
Modulo Laser Ky-008	1	\$35.00
Servomotor	2	\$500.00
Driver Toshiba Para Motor A Pasos Tb6560 3a 24v	2	\$300.00
Raspberry Pi3 Modelo B	1	\$2500.00
Modulo Relay de Estado Solido	1	\$60.00
Modulo Lector de tarjetas SD	1	\$50.00
Cable Calibre 22 de 100 Metros	1	\$315.00
Cables de Conexión	2	\$70.00
Fuente de alimentación	1	\$300.00
Soldadura Estaño	1	\$350.00
Pasta para Estaño	1	\$35.00
Bisagras de Libro	2	\$92.00
Lámina Galvanizada	1	\$150.00
Tubular para Soporte	1	\$130.00
Remaches	20	\$40.00
TOTAL		\$5,727.00

Tabla 5 Tabla de costos de implementación.

Por lo tanto el costo de aplicación real, incluyendo mano de obra se estima en **\$10,000.00**

Sin embargo, no fue necesario el recurso ya que solo elaborado para la realización de la tesis, si en un futuro se pretende dar a la venta el costo sería como se menciona anteriormente.

IX.Resultados

IX.I. Prototipo

Un comedero es un recipiente en donde se vierte la comida para los animales de cría o domésticos. Los comederos suelen consistir en cuencos de metal, plástico o cerámica en donde se coloca el alimento de forma periódica para la alimentación del animal. Existen diversos tipos de comederos en función del tamaño y características de la mascota.

El diseño de este comedero para el proyecto de automatización consta de lo siguiente:

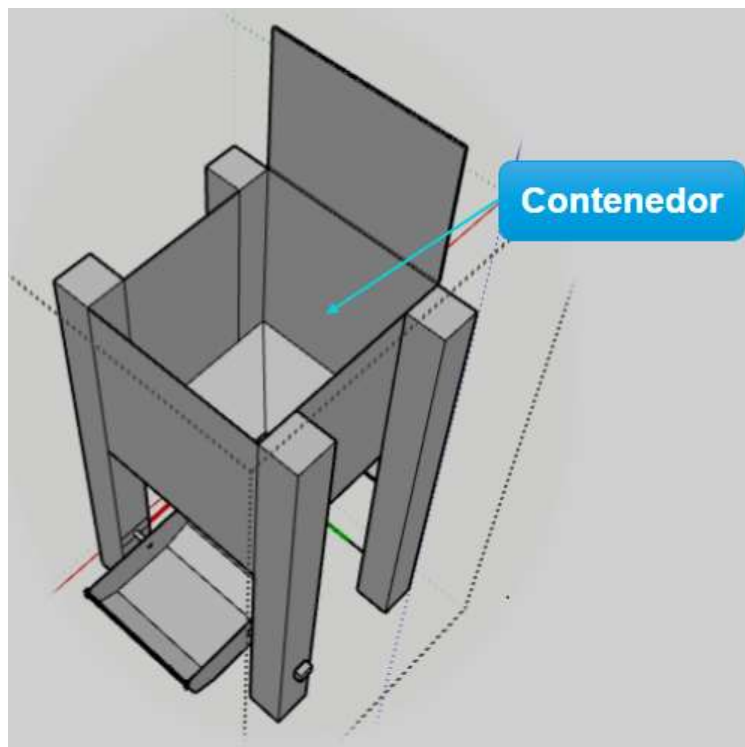


Figura 19 Ubicación del contenedor.

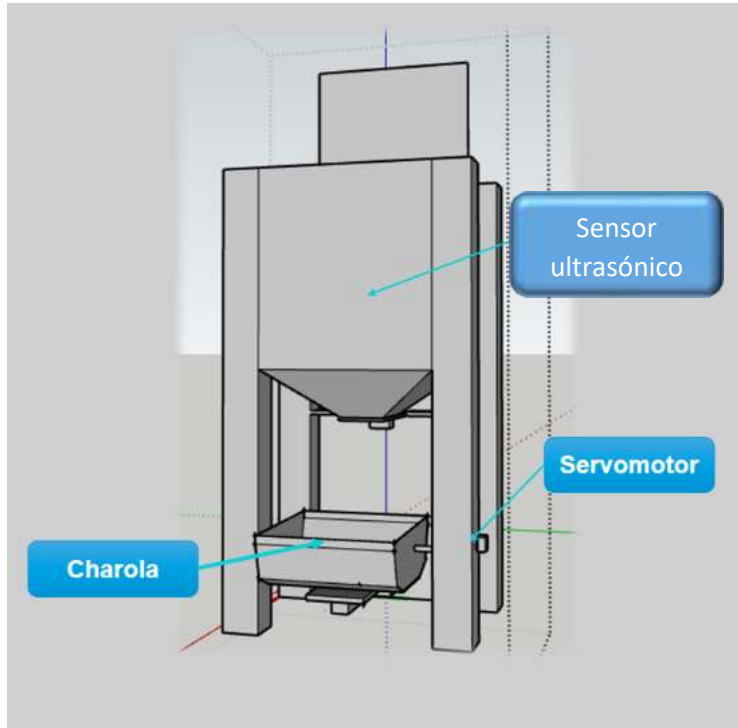


Figura 20 Ubicación del sensor pir y charola.

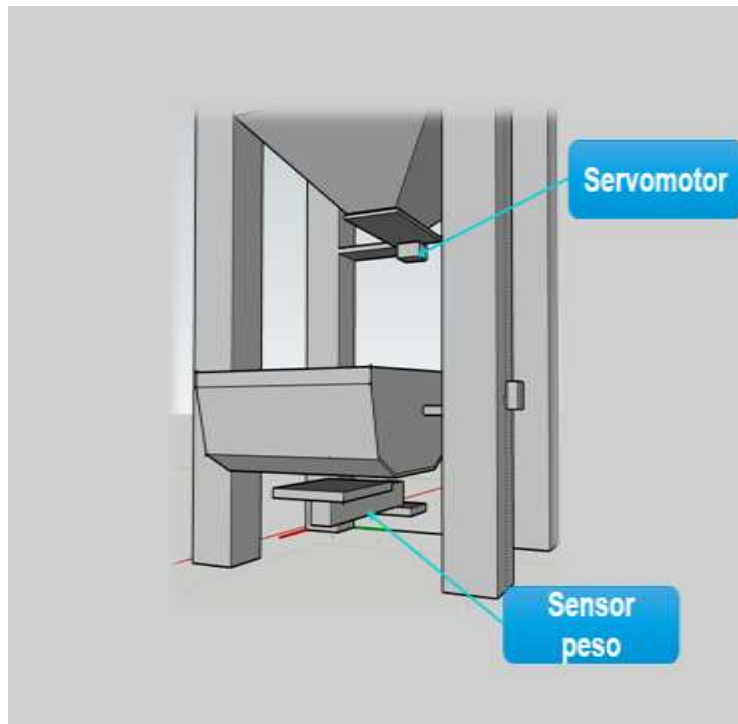


Figura 21 Ubicación del sensor de peso y servomotor.

El contenedor: es el que va almacenar el alimento que se va estar suministrando por medio de una compuerta, esta se va abrir de acuerdo a ciertas especificaciones.

La charola: se va a utilizar para almacenar el alimento que va ir cayendo del contenedor, en el cual el cerdo va consumir a libre acceso.

Los sensores a utilizar son:

Sensor de presencia (PIR)

- Sensor piroeléctrico (Pasivo) infrarrojo (También llamado PIR)
- El módulo incluye el sensor, lente, controlador PIR BISS0001, regulador y todos los componentes de apoyo para una fácil utilización
- Rango de detección: 3 m a 7 m, ajustable mediante trimmer (Sx)
- Lente fresnel de 19 zonas, ángulo < 100°
- Salida activa alta a 3.3 V
- Tiempo en estado activo de la salida configurable mediante trimmer (Tx)
- Redisparo configurable mediante jumper de soldadura
- Consumo de corriente en reposo: < 50 μ A
- Voltaje de alimentación: 4.5 VDC a 20 VDC

Sensor de peso HX711

- Digitalización completa en el chip HX711
- Conexión a protoboard o tarjeta con header estándar
- 2 canales diferenciales de entrada
- Interfaz de salida digital serial
- Regulador integrado en chip para fuente analógica
- Voltaje de operación: 2.7 – 5 volts
- Corriente de operación : < 1.5mA
- Corriente en espera: <1 uA
- Operación seleccionable: 80 y 10 muestras por segundo
- Funciona con Arduino, Microcontroladores PIC y de otras marcas

Servomotor SG90 Tower Pro

- Dimensiones (L x W xH) = 22.0 x 11.5 x 27 mm (0.86 x 0.45 x 1.0 pulgadas)
- Peso: 9 gramos
- Peso con cable y conector: 10.6 gramos
- Torque a 4.8 volts: 16.7 oz/in o 1.2 kg/cm
- Voltaje de operación: 4.0 a 7.2 volts
- Velocidad de giro a 4.8 volts: 0.12 seg / 60 °
- Conector universal para la mayoría de los receptores de radio control
- Compatible con tarjetas como Arduino y microcontroladores que funcionan a 5 volts.

El sensor pir permitirá detectar la presencia del cerdo, una vez que se ha detectado, el contenedor vaciará cierta cantidad de alimento a la charola y este a su vez con la ayuda de un servomotor va a hacer una inclinación a un cierto ángulo para que el cerdo pueda consumir el alimento, cuando el cerdo se retire y de acuerdo al tiempo que estuvo frente al comedero se podrá determinar si comió o no, lo cual va hacer que la charola vuelva a hacer una inclinación, pero esta vez en la báscula que estará a una cierta altura de la charola y se le restará lo que el cerdo deajo.

Una vez que se haya pesado el alimento restante se abrirá la compuerta del contenedor para que la charola vuelva a tener la cantidad de alimento que se le especifique.

Esquema de funcionamiento

Llenado del contenedor y charola



Proceso de detección de presencia y pesaje

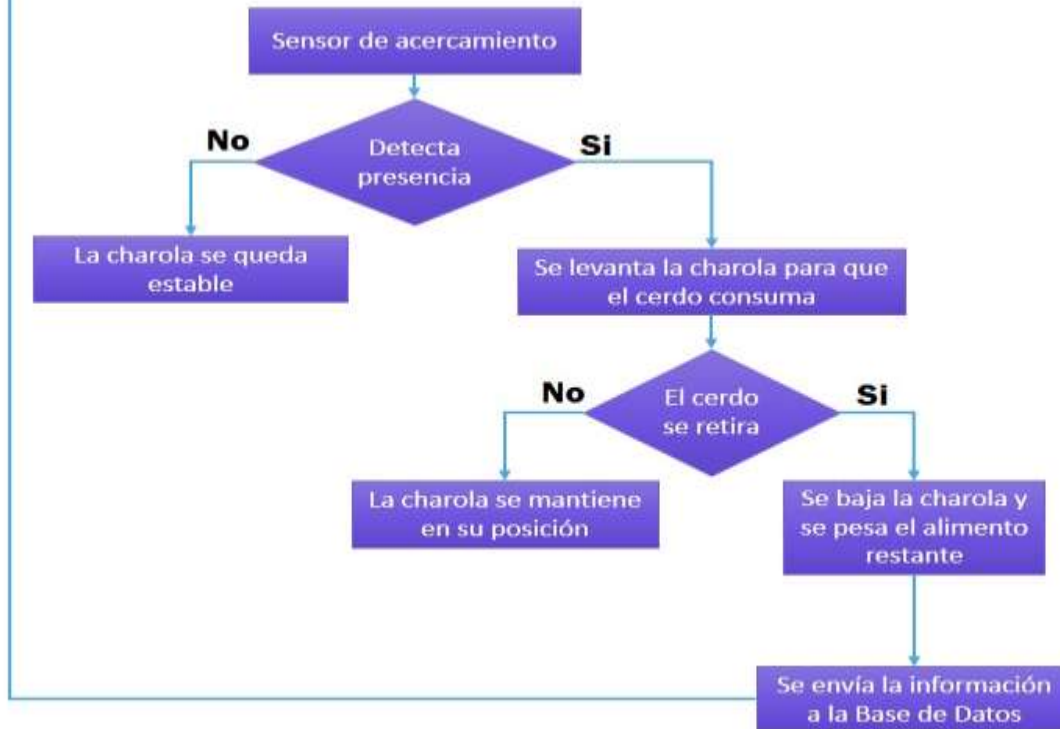


Figura 22 Diagrama de funcionamiento.

X. Conclusiones y Recomendaciones

X.I. Conclusiones

De acuerdo al desarrollo de este proyecto se indago acerca de los comederos para cerdos, lo cual permitió a que se diseñará un comedero automático para el área de porcicultura del Instituto Tecnológico de Huejutla ya que los comederos que se tienen son comederos tradicionales, por tal motivo se desarrolló un comedero de acuerdo a las necesidades del productor, para ello hicieron varias visitas al área para realizar un análisis sobre los esquemas de trabajo esto ayudó al desarrollo de un software para poder crear un vínculo con el microcontrolador para que este a su vez diera función a los sensores y a los actuadores, de esta forma permitir reconocer los datos necesarios de alimentación y así generar los datos correspondientes en función del consumo del alimento y también la frecuencia con la que se alimenta por lo tanto el diseño del comedero automático para cerdos en función de la detección de variables será preciso para detectar la cantidad de alimento.

Por otra parte, se adquirió una serie de conocimientos acerca de la producción de cerdos, el proceso de alimentación que se realiza actualmente, las diferentes razas que existen, el tipo de alimento que se le puede ofrecer, etc. Al momento de hacer las investigaciones se encontró que ya existen comederos automatizados para mascotas pero estos no cuentan con las características que el producto va a tener, es decir permitirá medir la cantidad de alimento que consume el cerdo y la frecuencia de consumo. También obtuvieron resultados erróneos al momento de hacer las pruebas con los sensores, lo cual sirvió para familiarizar más con este tipo de microcontrolador.

Sin embargo, cabe mencionar que este trabajo que en un 50% dado que se requiere mayor tiempo para concluir, pero cabe destacar que servirá como base para trabajos futuros.

X.II. Recomendaciones

Durante el desarrollo de este proyecto, se han encontrado algunos aspectos que pueden ser considerados a mejorar en un futuro, ellos son:

- Utilizar el comedero con el peso adecuado, es decir no suministrar más de lo indicado.
- Mantener el contenedor principal en constante monitoreo, para que no exista la falta de alimento.
- Si algún sensor presenta alguna falla se deberá dar a conocer de manera inmediata, para que no afecte el resto del funcionamiento.
- Realizar una mejora del proyecto para que el comedero sea para una granja completa y que los cerdos sean identificados mediante un chip.
- Dar mantenimiento al menos una vez al mes.
- Agregar en la pantalla LCD animaciones para presentar mensajes de manera dinámica.
- Incluir al sistema un sensor llamado reloj (Timer) para que al final del día se reinicie y esté listo para obtener los datos del día siguiente.
- Ver la manera de que la información obtenida se muestre en gráficas.

Lo antes de mencionado servirá para hacer un buen uso del prototipo y también para mejorarlo en un futuro, cabe destacar que este proyecto es una parte básica de un sistema de automatización de comederos para cerdo, pero sirve de base como sustento teórico, todo ello para la continuación en la integración e implementación de este sistema de automatización más complejo.

XI. Competencias desarrolladas

Competencias desarrolladas y/o aplicadas

Esta práctica profesional permitió reafirmar los conocimientos adquiridos durante la estancia en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, demostrando de esta forma la capacidad para analizar, diseñar e implementar estrategias. De este modo se aplicaron competencias vistas de fundamentos de programación, microcontroladores, electrónica digital, taller de investigación entre otras más.

Competencias específicas:

- Conocer y aplicar un lenguaje de programación para la resolución de problemas.
- Programa y aplica sistemas basados en microcontroladores y sus interfaces en la automatización.
- Implementa circuitos lógicos básicos para el control de sistemas de eventos secuenciales o combinacionales.

Competencias genéricas:

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).
- Identifica los diferentes tipos y características de los Microcontroladores para seleccionar el adecuado a una aplicación específica.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica

Uno de los principales desafíos asumidos para el desarrollo del presente trabajo, fue el análisis detallado de todos los requerimientos necesarios para obtener los sensores adecuados para la realización de la automatización.

XII. Fuentes de información

Fuentes de información

Andres Orellana, K. R. (08 de 08 de 2007). *youtube*. (T. D. Control, Productor, & Universidad Politecnica Saleciana). Recuperado el 21 de Agosto de 2019, de <http://www.youtube.com/watch?v=oTiPPVcUMvA>

Dr. Carlos Campabadal PhD. (2009). Guía Técnica para Alimentación de Cerdos. 23/08/2019, de Imprenta Nacional Sitio web: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>

Carlos M. (2009) Comederos-automáticos. Recuperado el 26 de Agosto de 2019, de https://www.researchgate.net/figure/Comederos-automaticos-Fig12-Sistema-automatico-para-monitoreo-del-ambiente-en-las_fig6_275969454

Francisco Javier Nuñez Melgoza. (8 abril 2019). Exámenes de mercado en México: Estudio de caso del mercado de la carne de cerdo. 14/08/2019, de OCDE Sitio web: <https://www.oecd.org/daf/competition/market-examinations-mexico-pork-meat-market-web-esp.pdf>

Osorio, E. O. (28 de Septiembre de 1999). *COMEDEROS PARA POLLOS AVICORVI*. Recuperado el 15 de Agosto de 2019, de <http://www.avicorvi.com/productos.html>.

Pedro Estévez e Iván Ramil. (2013). Manual Básico para la Educación del Cachorro. 22/10/2019, de free-ebooks.ne Sitio web: <https://espanol.free-ebooks.net/ebook/Manual-Basico-para-la-Educacion-del-Cachorro>

Perez, O. (27 de Abril de 2016). Sistema de producción porcina. Recuperado el 31 de Agosto de 2019, de <http://www.sagarpa.mx/desarrolloRural/Sistema-de-produccion-porcina>.

Pinelli Saavedra Araceli, A. F. (25 de Abril de 2015). Produccion en granjas porcicolas. Recuperado el 16 de Septiembre del 2019, de Granjas Porcinas: <https://www.granjasporcinas.com/porcicultura/articulos/produccion-practica-porcicola-t29479.html>

Pond, W., Church, D. and Pond, K. (2012). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2nd ed. México: Limusa Wiley.

Sabogal, J. (28 de Abfil de 2019). *La importancia de la automatizacion*. Obtenido de Catedra: <http://www.redjbm.com/catedra/index.php/tecnologia/68-la-importancia-de-la-automatizacion>

XIII. Anexos

Anexo 1

Codificación para sacar el valor de calibración

```
1 #include <HX711.h>
2 #define DOUT A1
3 #define CLK A0
4
5 HX711 balanza(DOUT, CLK);
6
7 void setup() {
8     Serial.begin(9600);
9     Serial.print("Lectura del valor del ADC: ");
10    Serial.println(balanza.read());
11    Serial.println("No ponga ningun objeto sobre la balanza");
12    Serial.println("Destarando...");
13    balanza.set_scale(); //La escala por defecto es 1
14    balanza.tare(20); //El peso actual es considerado Tara.
15    Serial.println("Coloque un peso conocido:");
16
17 }
18 void loop() {
19     Serial.print("Valor de lectura: ");
20     Serial.println(balanza.get_value(10),0);
21     delay(100);
22 }
```

Figura 23 Código de calibración.

Anexo 2

Codificación para sacar el valor en kilogramos

```
1 #include "HX711.h"
2 #define DOUT A1
3 #define CLK A0
4 HX711 balanza(DOUT, CLK);
5
6 void setup() {
7   Serial.begin(9600);
8   Serial.print("Lectura del valor del ADC: ");
9   Serial.println(balanza.read());
10  Serial.println("No ponga ningun objeto sobre la balanza");
11  Serial.println("Destarando...");
12  Serial.println("...");
13  balanza.set_scale(8347114); // Establecemos la escala
14  balanza.tare(20); //El peso actual es considerado Tara.
15  Serial.println("Listo para pesar");
16 }
17
18 void loop() {
19   Serial.print("Peso: ");
20   Serial.print(balanza.get_units(20),3);
21   Serial.println(" kg");
22   delay(500);
23 }
```

Figura 24 Codificación para sacar el peso en kilogramos.

Anexo 3



Figura 25 Visita al área de producción de alimento.

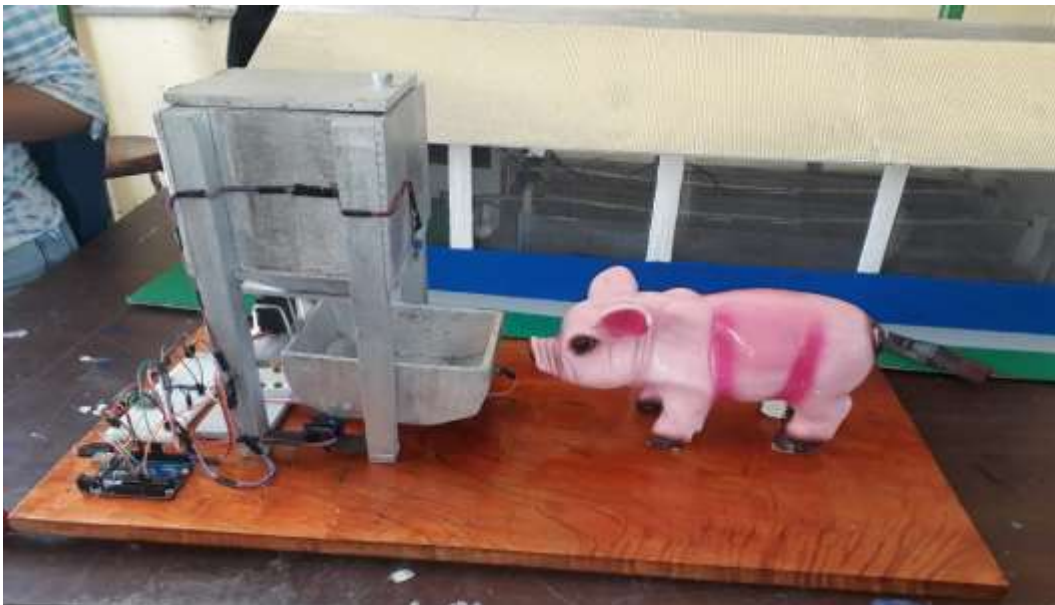


Figura 26 Prototipo final.