

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Diseño de un dispensador automático de alimentos orientado a las mascotas y al sector avícola.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Electrónica y Automatización

Presentado por:

Washington Rene González Marinez

Jesús Gregorio Miranda Benavides

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a Dios por darme la fuerza, sabiduría y perseverancia, a mis padres María Marinez y Washington González por su apoyo incondicional, en especial a mi madre por sus esfuerzos y su amor invaluable que se convirtieron en mi inspiración, a mis hermanas y Tías quienes siempre estuvieron dispuestos a cualquier sacrificio para la construcción de mi vida profesional y a mi abuelita Eleosina Batalla quien ha sido el principal cimiento en mi formación como ser humano de bien.

Washington Rene González Marinez

Dedico este trabajo a todo lo que es sagrado ya que nos permite crecer en el espíritu como fuente de motivación y vida, a mis padres y familiares por su apoyo, a todos los perritos callejeros los cuales motivaron en parte el desarrollo de este proyecto, a mis profesores por su noble labor y a mi mascota Thanos por su fiel compañía.

Jesús Gregorio Miranda Benavides

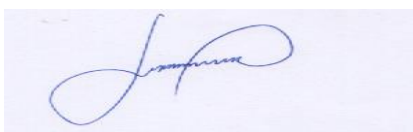
AGRADECIMIENTOS

Estamos agradecidos con Dios y su templanza al formar nuestros caracteres, con nuestros padres por todos sus esfuerzos para formarnos, educarnos y brindarnos la oportunidad de ser profesionales, con nuestros docentes por brindarnos su conocimiento y guía, A cada uno de nuestros familiares que participaron directa o indirectamente en el camino para conseguir esta meta. Agradecemos a la mascota de Jesús Miranda (Thanos) por brindar su fiel compañía, alegría y convertirse en la inspiración del proyecto.

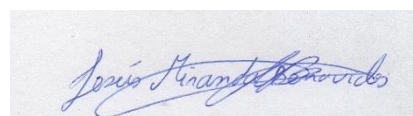
Nuestro más sincero agradecimiento al PhD. Wilton Agila por guiarnos en el desarrollo de la tesis, en colaboración con el Ing. Ronald Solís. También queremos agradecer de manera especial a la Familia Triviño quien contribuyo enormemente en la formación profesional de Washington. Nos sentimos agradecidos con la vida y con cada uno de los momentos de adversidad que vivimos durante nuestra carrera universitaria. Gracias ESPOL.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Washington Rene González Marinez y Jesús Gregorio Miranda Benavides damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Washington Rene
González Marinez



Jesús Gregorio Miranda
Benavides

EVALUADORES



PhD. Wilton Agila Gálvez
PROFESOR DE LA MATERIA



Firmado electrónicamente por:
RONALD
DAVID SOLÍS

Ing. Ronal Solís
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

“Los animales no son propiedades o cosas, sino organismos vivos, sujetos de una vida, que merecen nuestra compasión, respeto, amistad y apoyo” (Marc Bekoff). Este proyecto busca contribuir en la lucha contra el abandono de las mascotas. Presentando un dispensador electrónico de alimentos orientado a las mascotas (canes y gatos) y además realiza una proyección de su participación en el sector avícola.

El desarrollo del proyecto constó de tres etapas: fase del levantamiento de la información que consistió en la búsqueda de información con respecto a la alimentación de los canes, la distribución del sector avícola en el Ecuador y el levantamiento de información por medio de encuesta que busca conocer el criterio del público en general con respecto a este tipo de tecnologías, luego se procedió con el diseño del dispensador de alimentos, haciendo uso del microcontrolador Arduino Mega, con un control PID embebido en su programación, una motor reductor acoplado a un tornillo sin fin para distribuir el alimento, una balanza como sensor de retroalimentación para el PID y por último un circuito electrónico entre el LM358 y el TL431 para controlar la velocidad del motor y hacer que se detenga cuando la referencia se iguale al valor de la balanza. Finalmente, el diseño fue plasmado en el plano P&ID, además se programó el controlador y se realiza un servidor web para el monitoreo en tiempo real.

Los resultados obtenidos al realizar el análisis de costo y la comparación entre el tiempo que disponen los propietarios de mascota en alimentarlos, usando el dispensador y sin el dispensador. Las encuestas muestran que los usuarios tan solo requieren menos de 5min para alimentar a su can esto dependiendo el número de mascotas. En cuanto al sector avícola se hace una propuesta de un sistema de alimentación para las aves, basados en el dispensador automático.

Palabras Clave: Arduino Mega, PID, P&ID, LM358, Avícola, dispensador de alimentos.

ABSTRACT

"Animals are not properties or things, but living organisms, subjects of a life, that deserve our compassion, respect, friendship and support" (Marc Bekoff). This project seeks to contribute in the fight against the abandonment of pets. Presenting an electronic food dispenser aimed at pets (dogs and cats) and also makes a projection of its participation in the poultry sector.

The development of the project consisted of three stages: the information gathering phase that consisted of the search for information regarding the feeding of the dogs, the distribution of the poultry sector in Ecuador and the gathering of information by means of a survey that seeks to know the criteria of the general public regarding this type of technology, then we proceeded with the design of the food dispenser, making use of the Arduino Mega microcontroller, with a PID control embedded in its programming, a reduction motor coupled to a screw without In order to distribute the food, a scale as a feedback sensor for the PID and finally an electronic circuit between the LM358 and the TLPC31 to control the speed of the motor and make it stop when the reference equals the value of the scale. Finally, the design was reflected in the P&ID plan, the controller was also programmed and a web server is created for real-time monitoring.

The results obtained by performing the cost analysis and the comparison between the time that pet owners have to feed them, using the dispenser and without the dispenser. Surveys show that users only require less than 5min to feed their dog, depending on the number of pets. Regarding the poultry sector, a proposal is made for a feeding system for birds, based on the automatic dispenser.

Keywords: *Arduino Mega, PID, P&ID, LM358, Poultry, food dispenser.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	VI
RESUMEN	VII
<i>ABSTRACT</i>	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ABREVIATURAS.....	XII
SIMBOLOGÍA.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	II
CAPÍTULO 1	3
1. Introducción	3
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Justificación del problema	5
1.3 Objetivos.	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Marco teórico.....	6
1.4.1 Sistema de Control.....	6
1.4.2 Controlador.	7
1.4.3 Arduino	9
1.4.4 Servidor Web	9
1.4.5 PIC 16F887	9
1.4.6 Motores DC.....	10
1.4.7 Galgas	11

CAPÍTULO 2	13
2. Metodología	13
2.1 Levantamiento de Información.....	15
2.1.1 ALIMENTACIÓN DE LOS CANES.....	16
2.1.2 Inversión en alimentación de un CAN	18
2.1.3 Tecnologías para alimentar animales domésticos	20
2.1.4 Abandono de los Canes.	23
2.1.5 Inversión en alimentación para una avícola.....	25
2.1.6 Relación alimentación-competitividad industrial	26
2.2 Fase de instrumentación del dispensador de alimentos.....	27
2.2.1 Microcontrolador	28
2.2.2 Actuadores.....	29
2.2.3 Sensores.....	31
2.2.4 Sistema de comunicación	32
2.2.5 Set Point	33
2.3 Modelamiento.....	35
2.3.1 Sistema de control	37
CAPÍTULO 3	39
3. Resultados Y ANÁLISIS	39
3.1 Diagramas del Prototipo	39
3.2 Servidor Web.....	42
3.3 Eficiencia del Dispensador.....	43
3.4 Análisis del Dispensador	47
3.5 Proyección al sector Avícola.....	51
CAPÍTULO 4	53

4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	53
4.1	Conclusiones	53
4.2	Recomendaciones.....	54
CAPÍTULO 5		55
5.	Bibliografía.....	55

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
FIEC	Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación.
RAM	Random Access Memory.
PLC	Programmable Logic Controller.
RISC	Reduced Instruction Set Computer.
IBM	International Business Machines.
GWS	Get Well Soon.
PID	Proportional Integral Derivative.
SPI	Serial Peripheral Interface.
USART	Universal Synchronous/Asynchronous Receiver Transmitter.
URAT	Universal Asynchronous Receiver Transmitter.
PWM	Pulse-Width Modulation.
LCD	Liquid-Crystal Display.
HTTP	Hypertext Transfer Protocol.
GND	Ground.
CC	Corriente continua.
MQTT	Message Queue Telemetry Transport.
WI	Weight Indicator.
WT	Weight transmitter.
SC	Control speed.
DIC	Control Indicator Date

SIMBOLOGÍA

mil	Milésima de pulgada
mg	Miligramo
ft	Pies
m	Metro
cm	Centímetro
Mhz	Mega Herz
mV	Mili-Voltios
mA	Mili-Amperio
μ	Micro
gr	Gramos
V DC	Voltios de corriente directa
mm	Milímetro
°C	Celsius
Cu	Cobre
mil	Milésima de pulgada
mg	Miligramo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructura del PIC16F887.....	141
Figura 1.2 Motor DC.....	12
Figura 2.1 Esquema de desarrollo de la metodología del proyecto.....	15
Figura 2.2 “Tendencia de dieta alimenticia”	17
Figura 2.3 Tiempo empleado en la alimentacion del can	18
Figura 2.4 Numero de mascota	18
Figura 2.5 Gasto mensual	18
Figura 2.6 Conocimiento sobre dispensadores	19
Figura 2.7 Dispensador como solucion.....	20
Figura 2.8 Disponibilidad de los participantes.....	22
Figura 2.9 Precio de adquisición del dispositivo.....	24
Figura 2.10 Resultado del senso avícola, pollo Broiler.....	26
Figura 2.11 Motor Reductor	30
Figura 2.12 Sistema de adqusición de datos de peso.....	32
Figura 2.13 Comunicación serial	33
Figura 2.14 Teclado matricial.....	34
Figura 2.15 Conexión LCD y Arduino	35
Figura 2.16 Diagrama P&ID.....	36
Figura 2.17 Conexión de Planta	39
Figura 2.18 Diagrama de bloques del sistema.....	40
Figura 3.1 Diagrama de bloques.....	41
Figura 3.2 Esquema de conexión celdas de fuerza, Hx711, Arduino y LCD.....	42
Figura 3.3 Conexión de Planta	43
Figura 3.4 ThingSpeak	44
Figura 3.5 Prueba.....	44
Figura 3.6 Pregunta 1	45
Figura 3.7 Pregunta 2.....	46
Figura 3.8 Pregunta 3	47
Figura 3.9 Pregunta 4.....	47

Figura 3.10 Pregunta 5	48
Figura 3.11 Pregunta 6	48
Figura 3.12 Descripción de la tarjeta ESP32	52
Figura 3.13 Descripción del proceso de alimentación	53
Figura 3.14 Proceso de alimentación.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 “Preguntas de Encuesta”	15
TABLA 2.2 “Preguntas de Encuesta”	17
TABLA 2.3 Información técnica del Atmega2560.....	28
TABLA 2.4 Característica del Arduino Mega.....	29
TABLA 2.5 Especificaciones técnicas del motor reductor	30
TABLA 2.6 Especificaciones técnicas del tornillo sin fin	31
TABLA 2.7 Módulo HX711].....	32
TABLA 2.8 Teclado matricial	33
TABLA 2.9 Pantalla LCD 16x2.....	33
TABLA 2.10 Descripción diagrama P&ID.....	36
TABLA 3.1 Descripción de fortalezas y debilidades.....	49
TABLA 3.2 Análisis de costo	50

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN.

No se equivocó Mahatma Gandhi cuando dijo: “La grandeza y el progreso de una nación puede medirse por la forma en que trata a sus animales”. Es que el respeto por el bienestar de ellos muestra la calidad de valores que guardamos como sociedad y como participe de ella. [1]. Según la Historia, el hombre, luego de la última era glacial, se dio cuenta de la importancia de tener animales como parte de su entorno dando así el inicio de la domesticación de animales: como lobos, ovejas, cerdos, caballos, camellos, búfalos, etc. [2]

Para el desarrollo de estos animales se debe cumplir rigurosamente con su cuidado, pero de todo lo que implica este trabajo, la alimentación juega un rol fundamental en la salud de los animales; y es la responsabilidad más extenuante que se obtiene al domesticar un animal.

Debido a la falta de compromiso, estrés, ocupación, etc., se descuida al animal y en el caso de los caninos, terminan siendo abandonados, mientras que en el caso de las aves (granjas avícolas artesanales) no crecen correctamente y el producto pierde calidad. Esta y muchas situaciones más inspiraron a la elaboración de un dispensador de comida automático para mascotas el cual tiene como función alimentar a los animales según el usuario programe el sistema.

En este documento se detallará funcionamiento del sistema, describiendo los elementos electrónicos utilizados, así como sus principios teóricos, Además el lector tendrá acceso a datos estadísticos donde se evalúa la eficiencia y la aceptación del producto con el público.

El dispensador de alimentos automatizado es un prototipo de bajo costo, que busca captar la atención del sector avícola y de los amaestradores de Canes para agilizar los procesos de cuidado alimenticios en las granjas avícolas y de los Canes.

1.1 Descripción del problema.

Entre los animales con mayor índice de domesticación por el ser humano, están los perros (mascota) y pollos (animal de consumo alimenticio). Ambos demandan de compromiso y responsabilidad; involucrando a sus propietarios en tareas multidisciplinarias para el cuidado de su crecimiento saludable.

La alimentación es importante para el crecimiento de la mascota y de los animales de granjas (pollos). Los Canes consumen entre (48-162) [Kg] de comida anualmente, con una frecuencia de engullir de una a dos veces por día, lo cual representa una responsabilidad económica, y de disponibilidad, pero cuando existe dicha responsabilidad, tiene como consecuencia la enfermedad del can [3]. Este problema lleva a muchos a abandonar a su mascota, convirtiéndole en uno de los 125.000 canes sin hogar que existen en Guayaquil y Quito [4].

Por otro lado en el Ecuador la proteína avícola es de principal consumo, convirtiendo al sector avícola importante en la Economía del país, pero durante los últimos años se cree que no existe crecimiento en este sector ya que se menciona que su crecimiento anual no supera el 2% a pesar de que en el Ecuador existe 1.900 granjas avícolas de las cuales se estima que un poco menos del 30% pertenecen a granjas artesanales; que carecen de sistemas automatizados para la alimentación de las aves, por tanto esta tarea se hace manual mente, haciendo que carezca de solidez y confianza , por tanto el producto se hace competitivo en el mercado. [5]

1.2 Justificación del problema.

Entre la ciudad de Quito y Guayaquil existen 125.000 canes que están sin hogar, en la mayoría de los casos el abandono del can es producto de la falta de tiempo que tiene el dueño, para el cuidado de su mascota y alimentarla en los horarios adecuados y las cantidades específicas; incluso esto de la alimentación se vuelve un problema para las fundaciones y perreas debido a las cantidades enormes de canes que tienen en cautiverio.

En otro escenario se encuentran las avícolas artesanales ocupando un poco menos del 30% de las granjas a nivel nacional, al carecer de procesos automatizados para la alimentación de los animales hace que su producto sea poco confiable y carezca de los estándares requeridos por el sector industrial.

Es importante tanto para los amaestradores de canes como para el sector avícola artesanal; el diseño e implementación de un sistema de dispersión y monitoreo de la porción de alimentos de una mascota o criatura en particular, con la finalidad de tener pleno control sobre la alimentación del animal doméstico que se desee nutrir. Evitando la irresponsabilidad social al dejar abandonadas a las mascotas y además disminuir pérdidas en el sector avícola por no cumplir con los estándares.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General.

Implementar un sistema de distribución y monitoreo, para alimentos de animales domésticos (canes y avícolas), mediante la correlación de sistemas digitales, analógicos y de control Automático, a fin de regular la alimentación y cuidado de los animales.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Analizar el ahorro de trabajo que el dispensador automático proporciona a los usuarios, mediante un estudio estadístico del tiempo que emplea para realizar la tarea, antes y después de la utilización del dispensador, con el propósito de evidenciar su eficiencia.
- Mostrar el monitoreo en tiempo real del dispensador automático mediante la elaboración de un servidor web que evidencie en tiempo real el funcionamiento del dispensador.
- Garantizar la versatilidad del dispensador de comida en el sector avícola, mediante la documentación de un plan de uso del dispositivo para la alimentación de una granja agrícola.

1.4 Marco teórico.

1.4.1 Sistema de Control.

A lo largo de la historia el hombre ha buscado diferentes mecanismos para agilizar los procesos repetitivos que se ejecutan en la realización de una tarea específica; de tal manera que facilite su vida y sus rutinas se realicen de forma automáticas.

Con la llamada automatización surgen los sistemas de control los cuales se encargan de vigilar que las acciones se cumplan bajo parámetros establecidos o condiciones, que el beneficiario en cuestión, determine. Existen diferentes tipos de control que se ajustan a cada requerimiento del proceso. [6]

Teniendo presente que en todo proceso debe tener los tres principios: Una variable que se desea controlar, un actuador y un punto de referencia o set-point.

El sistema de control de Lazo abierto es un modelo de control en el cual no existe ninguna información de retroalimentación sobre la variable a controlar por tanto se utiliza en tareas donde la variable de control es predecible o admite un amplio

rango de error. Por otra parte, el sistema de control de lazo cerrado es todo lo contrario al anterior ya que hace uso de sensores que envían información sobre la variable a controlar y realimenta el sistema con dicha información, otorgando al sistema mayor independencia o autonomía.

1.4.2 Controlador.

Un controlador es el drive que permite la interacción entre el sistema operativo y los periféricos; es decir compara la información que recoge de los periféricos y calcula si existe algún error o instrucción para la información que recibe; y luego actúa a fin de realizar las operaciones correspondientes.

En un sistema de control el controlador es el que recibe la información del sensor y realiza las acciones para que las señales se regulen a las requeridas; por lo cual a menudo trabajan en retroalimentación con el sensor.

Los controladores pueden ser de tipo electrónico, manual y neumático; siendo los controladores electrónicos como computadoras con tarjeta de adquisición de datos y PLC los más usados y esta basados en Microprocesadores que hacen uso de memorias programables y regrabables (RAM). [7]

Existen cuatro tipos de control entre los cuales tenemos: Proporcional, Proporcional derivativo, Proporcional Integrativo y PID.

El control proporcional establece la relación lineal entre la señal de salida del controlador y su entrada de error $E(t)$:

$$m(t) = K_p E(t) + m_o$$

Ecuación 1.1 “Control Proporcional”

Tal como muestra la Ecuación 1.1 las variables a utilizar son:

K_p = constante proporcional

m_o = Salida del controlador cuando $E(t)=0$

Una característica importante de este controlador es que produce un error de variable dinámica en el punto de operación, cuando ocurre un cambio.

Al agregar la acción integral el controlador puede manipular sistemas que contienen grandes cambios, pero deben ser lentos y evitar sobre impulsos, producidos por el tiempo de integración; su desventaja se manifiesta en el arranque de los sistemas donde se genera impulsos considerables. Su expresión matemática se muestra en la ecuación 1.2:

$$m(t) = K_p E(t) + \frac{K_p}{T_i} \int E(t) dt + m_0$$

Ecuación 1.2 “Control Proporcional e Integrativo”

Por tanto, lado el control Proporcional derivativo es idóneo para sistemas con cambios rápidos mientras que le Off-set sea aceptable. Su representación matemática viene dada Tal como muestra la ecuación 1.3:

$$m(t) = K_p E(t) + K_p T_d \frac{dE(t)}{dt}$$

Ecuación 1.3 “Control Proporcional y derivativo”

Su principal característica es la anticipación al error. Por último, se tiene el control PID que es la combinación de todos y tiene como ventajas todas las antes mencionadas; su función matemática tal como muestra la Ecuación 1.4

$$m(t) = K_p E(t) + \frac{K_p}{T_i} \int E(t) dt + K_p T_d \frac{dE(t)}{dt}$$

es:

Ecuación 1.4 “Control Proporcional, integrativo y derivativo”

Es un controlador versátil que se ajusta a cualquier situación, tienen el efecto de adelantar la respuesta, mejora la estabilidad y no modifica el estado del error. [8]

1.4.3 Arduino.

La plataforma electrónica de código abierto Arduino basada en Hardware y Software de uso fácil. Las placas de Arduino tienen la facultad de recibir una señal de entrada por medio de un sensor, push botón e incluso un mensaje de Twitter y convertirlo en una salida para activar dispositivos como motores, led y hasta publicar algo en línea.

Su funcionamiento se basa en la ejecución de una serie de instrucciones que su microcontrolador Atmega 328 procesa y ejecuta; además tiene su propio lenguaje de programación y tiene compatibilidad con sistemas operativos como Linux, Mac y Windows. [9]

1.4.4 Servidor Web.

Un servidor Web es un programa que utiliza un protocolo de transferencia de hiper Texto, HTTP, para los archivos que conforman las páginas web.

Los equipos que alojen sitios web deben tener programas de servidor web, entre los principales servidores web tenemos:

- Internet Informativo Serve
- Net/ware
- GWS
- Dominio IBM

Las consideraciones para elegir un sitio Web son el conocimiento de compatibilidad del sitio con el sistema operativo, capacidad para manejar la programación del servidor, seguridad, motor de búsqueda y creación de sitio. [10]

1.4.5 PIC 16F887

El PIC 16F887 es un microcontrolador con arquitectura RISC, cuenta con solo 35 instrucciones que son uni-ciclo a excepción de las de ramificación, tiene una frecuencia de operación de 0 a 20 MHz con un oscilador interno de alta precisión.

Su alimentación de operación es de 2.0V a 5.5V consume no más 220 micro amperios, si se trabaja a 2.0V a 4MHZ y 50 nano amperio en modo de espera.

Sus 35 pines de entrada y salida constan con características como:

- Alta corriente de fuente y de drenado para manejo de LED
- Resistencia pull-up programables individualmente por software
- Interrupción al cambiar el estado del pin. [11]

Una muestra amplia de la estructura de este controlador se visualiza en la siguiente gráfica:

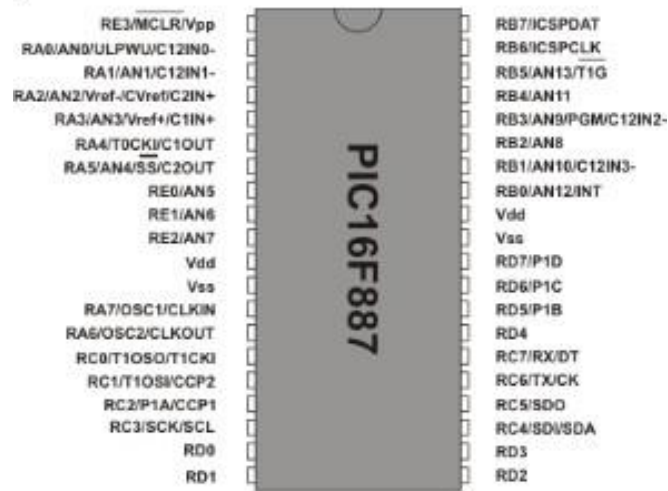


Figura 1.1 “Estructura del PIC16F887”

1.4.6 Motores DC

Un motor de corriente continua es una máquina que transforma la energía eléctrica en movimiento (energía mecánica), está compuesta principalmente por el estator soporte estático y rotor que generalmente contienen núcleo ferromagnético y devanados a las cuales llega la corriente eléctrica por medio de escobillas.

El sentido de giro es el principio para su funcionamiento debido a que en relación a este las corrientes circularan por los devanados del inductor e inducido. Si se

invierte el giro se consigue invertir el giro del campo magnético o de la corriente del inducido.

Las cajas de bornes de la maquina registra los cambios de polaridad de la bobina, tanto en el inducido como en el inductor y además la combinación producida por el rotor produce fuerza magneto-motriz.

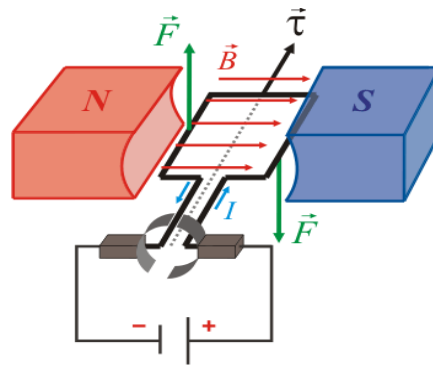


Figura1.2 “Motor DC”

1.4.7 Galgas extensiométricas

Son dispositivos de medida universal que tiene su utilidad para mediciones electrónica de diferentes magnitudes que pueden ser presión, carga, torque, deformación, posición entre otras. Su aplicación más común es la medición de presión y fuerzas.

Consisten en un hilo conductor muy fino en forma de rejilla, que al deformarse su resistencia eléctrica cambia, entras palabras son sensores resistivos y su resistencia viene dada tal como muestra la Ecuación 1.5:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Ecuación 1.5 “Resistencia de una galga”

Por lo cual al detectarse algún cambio en alguna de estas características produce un cambio en la resistencia, dando como resultado una expresión general, tal como se muestra en la Ecuación 1.6:

$$R_g = R_0(1 + K * \epsilon)$$

Ecuación 1.6 “Expresión general de resistencia”

Aunque las galgas miden deformación, no solo se la usa para este fin, es más permite medir el esfuerzo que provoca esa deformación. [12]

La geometría de las galgas es definida por el número de rejillas de medición que tiene. Según la carga del material puede incurrir en diferentes estados de tensión. Si el esfuerzo es uniaxial solo hay una dirección de tensión conocida y se puede utilizar una sola rejilla, mientras que en el caso de biaxial que ocurren tensiones multidireccionales se usan tres rejillas, este fenómeno lo observamos en aplicaciones de medición de presión, flexión o torsión.

Es importante saber que una buena elección de galgas pasa por el conocimiento de la existencia de galgas con el rango de resistividad de resistencia comerciales o de uso común (120, 150, 350 o 1000 ohm). La adaptación de la temperatura de una galga para un material en específico asegura que la deformación del material causada por cambio de temperatura sea compensada. Además, la longitud de la rejilla juega un papel importante durante la medición y depende tanto del material como de la aplicación. Por ejemplo, cuando se mide curva de tensión en un objeto de forma exacta es preferible colocar varias rejillas de medición corta una al lado de la otra; para analizar un punto clave.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se acuden a tres ejes de acción los cuales son: Levantamiento de información, Fase de Instrumentación del dispensador y Modelamiento del dispensador. La información adquirida en el primer eje, permite conocer los problemas que tienen las personas, para administrar su tiempo en las tareas de cuidado de sus mascotas; específicamente en la alimentación de ellos, caso similar con los dueños de granjas avícolas en las tareas de alimentación de las aves; esta información estará detallada mediante encuestas y datos proporcionados de organizaciones afines a cada uno de los sectores. Entre la información recolectada se presenta: Inversión en alimentación, Tiempo que se emplea para alimentar a las mascotas o aves (sector avícola), Razones principales de abandono de un cachorro, la relación de la alimentación con la competitividad en la industria avícola, Métodos de alimentación de las aves dentro de las avícolas, Dieta general de un CAN, Información de dispensadores de alimentos en el mercado.

Por otra parte, en cuanto a la fase de Instrumentación del dispensador, busca mostrar a detalle todos los dispositivos necesarios para la elaboración del dispensador, entre estos instrumentos se muestra: El microcontrolador Arduino, Motor DC, Tornillo sin fin, Balanza digital y Servidor web. Por último, el modelamiento del dispensador presenta información sobre: El sistema de control, Programación y diagrama Esquemático del dispensador.

Con toda la información previamente mencionada se procede al diseño e implementación del dispensador de alimentos, el cual está regido por los tres ejes de acción descritos en la metodología, tal como se muestra en la siguiente figura.

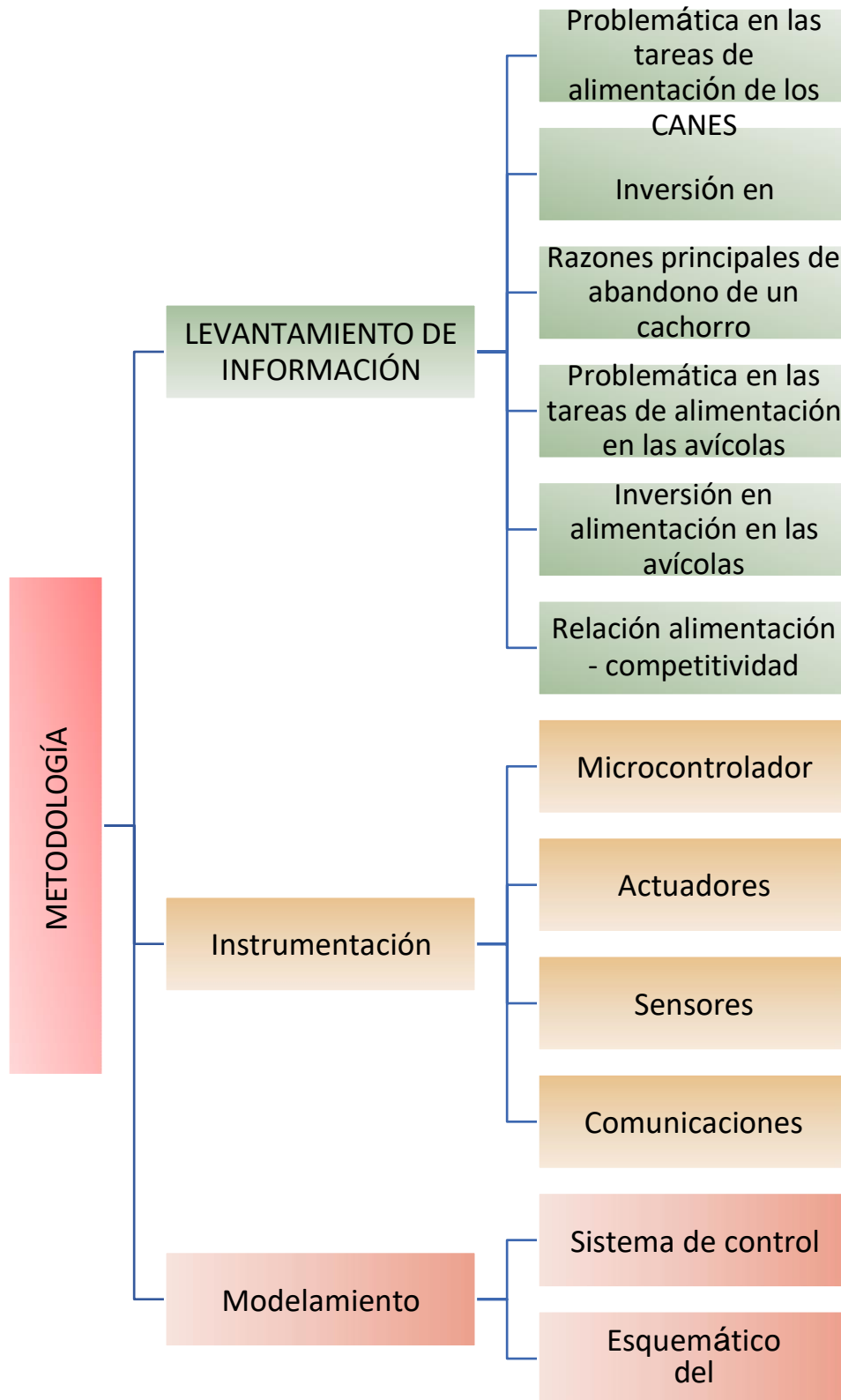


Figura 2.1 Esquema de desarrollo de la metodología del proyecto

2.1 Levantamiento de Información .

En el presente estudio se realizaron dos encuestas para evidenciar la complejidad que tiene el cuidado de una mascota propia o rescatada poniendo a disposición del lector datos estadísticos sobre esta realidad, la primera encuesta fue dirigida para personas que son dueños de mascotas, con el objetivo de evaluar el tiempo que ellos ocupan para alimentar y realizar todas las tareas relacionadas a sus cuidados. De manera explícita se muestra en la Tabla 2.1:

Preguntas	Argumento
¿Cuánto tiempo ellos invierten en estas tareas?	Según vest & clínicos, la falta de tiempo del propietario es la octava razón de abandono. [13]
¿Cuál es número de mascotas que ellos poseen?	El 9% de los canes que existen en los albergues, so entregados por sus dueños por falta de espacio o camadas indeseables [13]
¿Cuál es el conocimiento sobre tecnologías que faciliten la tarea alimenticia de la mascota?	Tan solo el 3% de los propietarios de mascotas usan dispensadores de alimentos.
¿Cuál es la predisposición para adquirir este tipo de tecnología?	Existe un sin número de dispensadores mecánicos de alimentos que borden los \$30 pero los electrónicos sobre pasan los \$150.

Tabla 2.1 “Preguntas de Encuesta”

Todo esto se evalúa mediante una encuesta digital donde han participado 100 personas de diferentes lugares del Ecuador.

En una segunda estancia se utiliza datos estadísticos de organizaciones que tienen a cargo el cuidado de animales sin hogar, donde se puede constatar cuales son las principales razones por la que los animales domésticos se quedan

sin hogar, la relación que tiene la falta de disponibilidad y compromiso para el cuidado de la mascota con los problemas de abandono, el impacto económico que implica el cuidado de estos animales para estas organizaciones, los métodos para alimentar un número elevado de animales, el conocimiento de tecnología que realicen tareas de alimentación de manera automática y por último la predisposición para adquirir este tipo de tecnología.

Por último, se muestran datos del sector agrícola referente a la importancia de las granjas avícolas artesanales, sus técnicas del cuidado de los animales, la relación del uso de tecnologías en los procesos de crido del ave con respecto a la competitividad en el mercado, la posibilidad de implementar el dispensador de alimentos automáticos en granjas avícolas. En la segunda encuesta se observa el impacto del dispositivo en la economía monetaria y de tiempo del usuario; es decir se evidencia cuánto tiempo el usuario ahorra en ejecutar la tarea de alimentación de su mascota, así como el ahorro económico al usar el dispositivo.

2.1.1 Alimentación de los Canes.

Al domesticar un animal se adquiere la responsabilidad de cuidarlo y atender todas las demandas que esta tarea requiere. La alimentación en el proceso de domesticación es fundamental ya que una buena nutrición le da a la mascota una buena salud, para lograr esto se debe tener en cuenta los siguientes requisitos.

- Dieta blanda o Solida
- Porciones de comida
- Número de porciones diarias

La dieta húmeda o seca: El tipo de dieta húmeda se refiere a la preparación de alimentos caseros para el cachorro o mascota; respetando los índices nutricionales que facilitan la digestión del animal. Mientras que la dieta seca se refiere a las diferentes fórmulas comerciales de comida para cachorros, gatos, aves u otro tipo de animal doméstico.

En la investigación presente se preguntó a 100 personas cual evidencian cuáles son sus preferencias al momento de alimentar a sus mascotas.

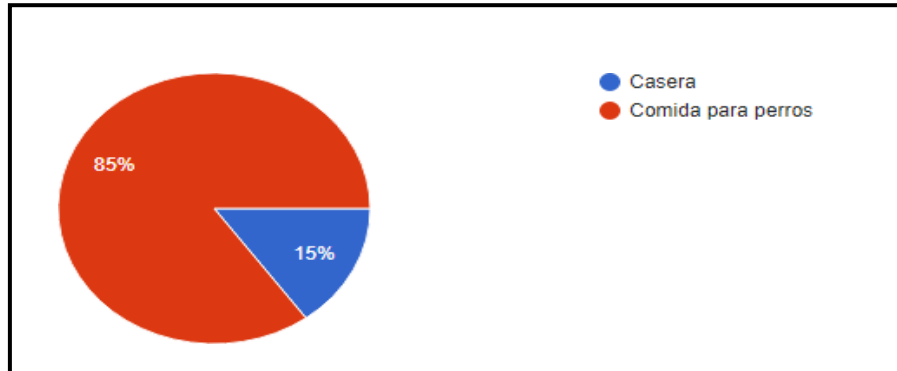


Figura 2.2 “Tendencia de dieta alimenticia”

La Figura 2.2 responde a la pregunta de la encuesta: Según tu experiencia con tú mascota, ¿Cuál crees que es la comida más óptima para su desarrollo? Es evidente que la tendencia es usar comida para perros (formulas) con un 85% de aceptación con respecto al 15% de la comida casera.

Porciones de comida: Este factor también es importante para el crecimiento saludable del animal; en este punto interviene el conocimiento científico que nos recomienda darle a los animales las raciones según su raza, tamaño y clase es decir para un perro adulto las raciones deben ser dos al día, con una diferencia de tiempo de 8 a doce horas, y si estos tienen un peso de más de 5kg su ración debe ser de 590 0 800 g en el día.

Peso del Can [Kg]	Cantidad de Comida [g]
Más de 50	590 a 800
20 a 30	500 a 590
10 a 20	190 a 310
2 a 10	90 a 190
2 a 3	50 a 90

Tabla 2.2 “Raciones alimenticias de un Can”

Esto determina una inversión de tiempo considerable por parte del dueño del animal para lo cual el trabajo muestra datos donde las 100 personas expresan cuanto tiempo requieren para realizar esta tarea.

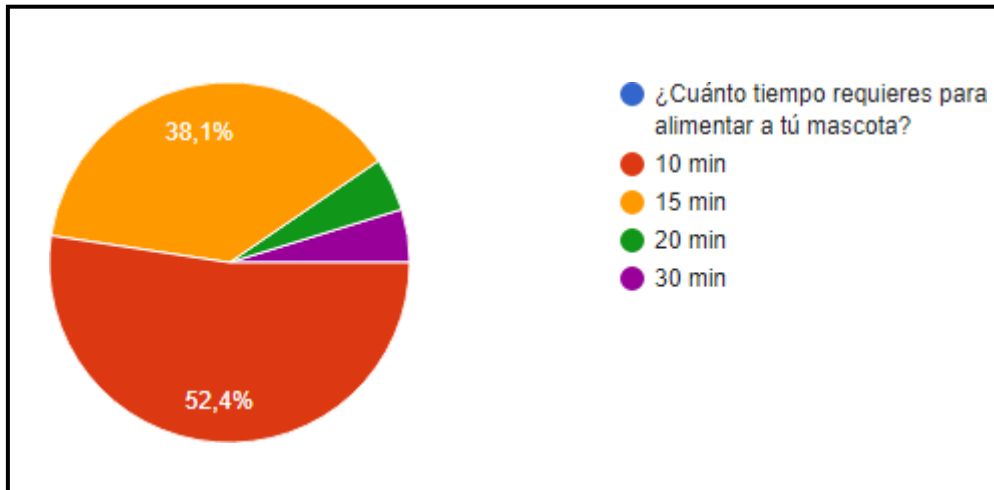


Figura 2.3 “Tiempo empleado en alimentación del Can”

La Figura muestra el tiempo empleado para alimentar sus mascotas, siendo 10 minutos el tiempo más común para dar de comer a sus mascotas con 52,4% de coincidencias mientras que el 38% establece un tiempo de 15 minutos por último se divide equitativamente el porcentaje entre 20min y 30 min. Cabe resaltar que el tiempo varío al número de canes o mascotas que los encuestados tienen.

2.1.2 Inversión en alimentación de un CAN.

Como se mencionó anteriormente en este mismo documento, es importante que saber el peso de su mascota para saber exactamente cuál debe ser la ración que se debe dar al animal. Pero si bien es cierto para muchos esto es algo desconocido; y en la realidad las personas su ministran alimentos a sus animales de manera empírica. Tal vez esta no sea la manera más óptima en nutrición ni economía, pero esta es la realidad por tanto en la encuesta se pregunta a los participantes el número de canes que ellos tienen bajo su cuidado y además cuanto invierten en alimentación.

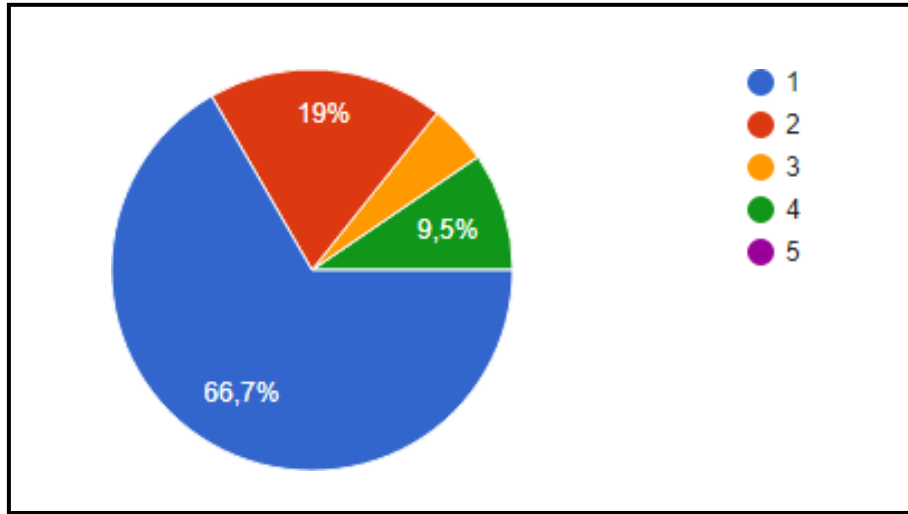


Figura 2.4 “Numero de mascota”

Observamos que el mayor número de participantes tiene tan solo una mascota mientras que solo un 19% tienen dos mascotas, 9,5% Cuatro mascotas y el resto equivale a personas que tiene 5 mascotas. Esto nos ayuda a darnos cuenta lo variado que serán los datos de consumo de alimentos de las mascotas y más aún el gasto económico que esta tarea requiere.

Por tanto, cuando se cuestionó a los participantes con respecto al gasto mensual que representa alimentar a sus cachorros pues los resultados son los siguientes:

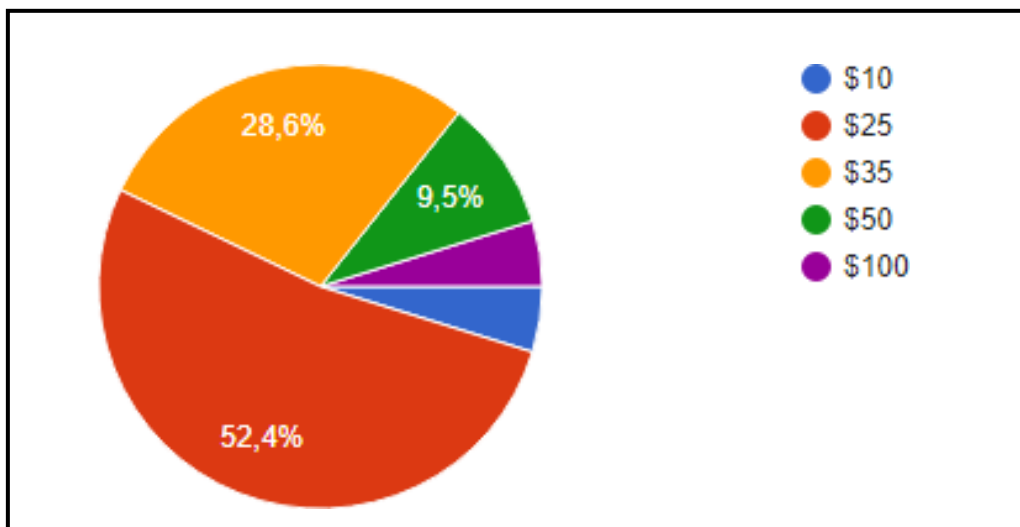


Figura 2.5 “Gasto mensual”

La imagen muestra como el 52,4% tiene un gato mensual aproximado de \$10 lo cual representa aquellas personas que tiene a cargo solo una mascota, por otra parte, un poco más del 28% requiere un poco más de \$35 para alimentar a sus 3 mascotas, el 9,5% con aproximadamente 4 mascotas gasta \$50 en alimentación y el porcentaje restante representa un gato de \$100 para mantener 5 canes.

2.1.3 Tecnologías para alimentar animales domésticos

Los dispensadores de alimentos para mascotas, son accesorios mecánicos o electrónicos que almacenan una cantidad sustancial de alimento seco y lo entregan a la mascota según el amo del animal crea conveniente. Aun existiendo una amplia gama de estos dispositivos siendo los mecánicos los más económicos existe poca utilización de este tipo de tecnología; esto se lo evidencia en los estudios realizados donde se consulta a los 1300 participantes de la encuesta sobre el conocimiento de estos métodos de alimentación para sus mascotas donde las respuestas se tabulan de la siguiente manera: Donde se pregunta a los participantes: ¿Tienes el conocimiento de algún dispositivo que facilite, o agilite la tarea de alimentar a una Mascota?

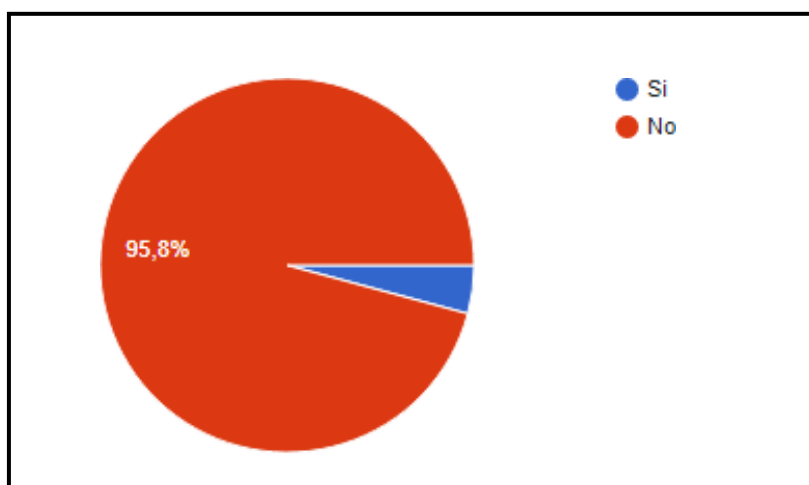


Figura 2.6 “Conocimiento de los dispensadores”

Los participantes fueron contundentes a expresar que no tienen conocimiento alguno sobre dispositivos que agilicen la tarea de alimentar su mascota con un 95% de respuestas negativas que expresan su desconocimiento mientras que solo el 5% conoce de estos dispositivos. Lo que muestra que el dispositivo que realizaremos debe superar la barrera del anonimato, para darse a conocer al público en general y tener una apertura en el mercado.

Para complementar esto se consultó a los participantes si creen que un dispensador electrónico puede agilizar las tareas de alimentación.

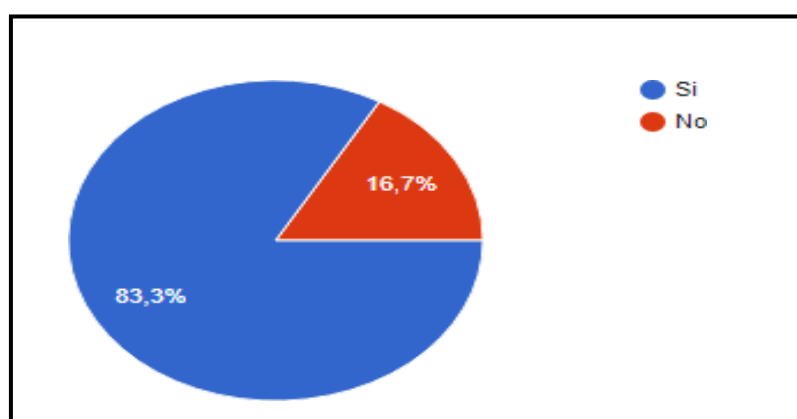


Figura 2.7 “Dispensador como solución”

Los resultados muestran una clara aceptación de los dispositivos como una forma para agilizar los cuidados de alimentación con un poco más 83% de

aceptación esta información proporciona pequeños indicios sobre la predisposición de los participantes para adquirir el dispensador.

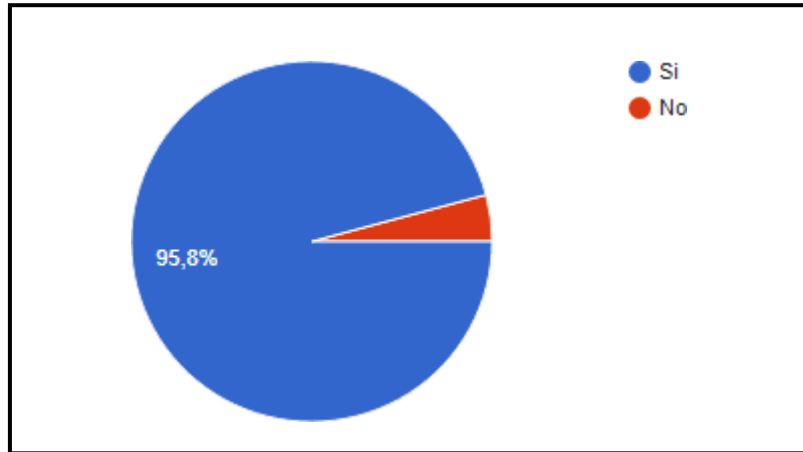


Figura 2.8 “Disponibilidad de los participantes”

Donde se muestra una clara tendencia hacia el deseo de adquirir un dispensador electrónico con más del 90% de las respuestas favorables a la pregunta realizada en la encuesta: ¿Estarías dispuesto adquirir un dispensador de alimentos automático de alimentos para alimentar a tú mascota? Otras de los indicadores de la predisposición para adquirir esta tecnología es que los participantes están dispuestos a pagar para adquirirla tal como muestra la siguiente gráfica:

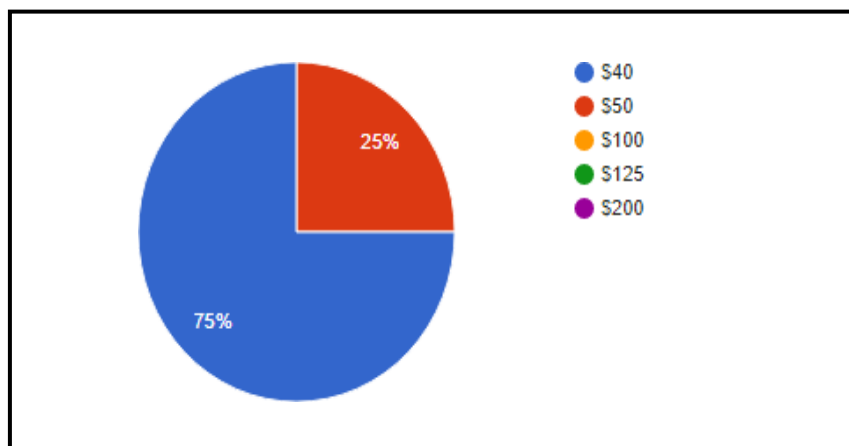


Figura 2.9 “Precio de adquisición del dispositivo”

Esta grafica muestra la respuesta a la pregunta: ¿Cuánto estarías dispuesto a invertir en un dispensador de alimentos para tu mascota? Siendo el precio de

\$40 el sugerido por el 75% de los participantes y el 25% sugiere no más de \$50 para acceder a esta tecnología.

2.1.4 Abandono de los Canes.

Para recolectar la información referente al índice de abandono de los animales domésticos se realiza la encuesta, que permite evaluar la competencia de los albergues mencionados anterior mente; los cuales responden a preguntas como:

- ¿Cuántos animales domésticos se encuentran bajo sus cuidados?
- ¿Cuál es el número de personas que requieren, para alimentar a todos los animales que existen en el albergue?
- ¿Cuánto creen que es el tiempo promedio, utilizado por el personal para alimentar a los animales?
- ¿Usan algún tipo de dispositivo que agilite la alimentación de los animales, de ser el caso indique que tipo de dispositivo electrónico utilizan?
- ¿Estarían dispuestos a utilizar un dispensador de alimentos automático, para agilizar la alimentación de los animales?
- ¿Según su base de datos cual es la principal causa por la que los animales pierden su hogar?

Además, se analiza los indicadores estadísticos que maneja el control de la población de los perros en las diferentes provincias del país; además los principales factores que conllevan a los dueños abandonar a sus mascotas entre esta información sobre estudios o antecedentes con respecto a lo mencionado:

Antecedente 1:

Se destaca el estudio demográfico del distrito metropolitano con una muestra realizada en el 2013 con el nombre Estudio Quito – Jaime Grijalva, médico veterinario con un máster en medicina de refugios. En este trabajo, se estima la relación entre la economía con el bienestar animal; se evaluaron 16 parroquias

urbanas y rurales en los que se aplicó un modelo estadístico, el mismo que arroja como resultandos una relación de un perro por cada 49 Habitantes.

En el 2018 en la revisión del estudio y utilizando un nuevo método estadístico para analizar esta misma muestra entonces revelo que:

- Zonas urbanas: 1 perro por cada 74 habitantes
- Zonas rurales: 1 perro por cada 47 personas
- El promedio general: por cada 59 habitantes existe un can.

Antecedente 2:

En mayo del 2018 la Universidad San Francisco de Quito realizo dos nuevos estudios:

1. Usa el mismo método de Grijalva, usando las mismas parroquias y se desarrolló el censo en dos días, teniendo como resultado 1 perro por cada 18 habitantes en el área rural y un can por cada 26 personas en las parroquias urbanas. En general el promedio es de un animal por cada 22 quiteños.
2. Basado en un método estadístico diferente con resultados muy similares.

Antecedente 3:

Según el INEC solo para la ciudad de Quito y las estimaciones de los censos en el 2013 había 41.676 perros callejeros. Mientras que para este 2018 fue de alrededor de 122.280 Lo que muestra que el abandono de las mascotas se ha triplicado desde el 2013 al 2018, convirtiéndose en cifras alarmantes y afirman en convertirse en un problema social.

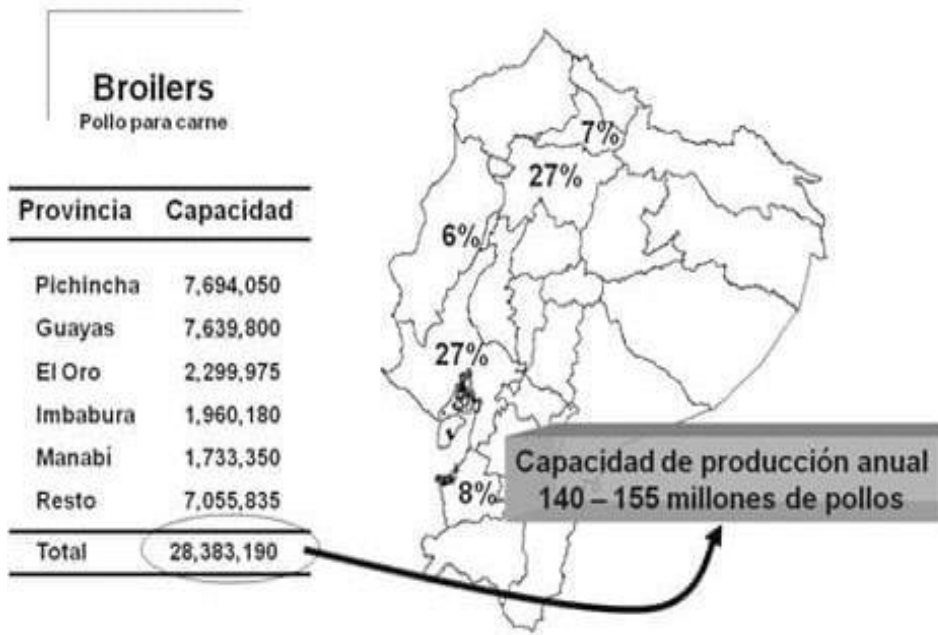
2.1.5 Inversión en alimentación para una avícola

El sector avícola tan solo en el 2019 produjo alrededor de 525 mil toneladas de carne de pollo de la cría de 279 millones de pollo de engorde. Además, existen datos que evidencian preferencias de los ecuatorianos por el consumo de este tipo de carnes con un promedio de consumo de 30 kg de pollo al año por cada ecuatoriano. [14] También se observan datos de producción del 2019 como:

- 3.904 millones de huevos con un promedio diario de 10.7 millones a partir de la cría de 14 .4 millones de gallinas ponedoras mientras que un ecuatoriano consumió 226 Huevos en este año.

Con esta información se muestra lo importante y lo fuerte que es este sector en el país. Pero si bien es cierto debemos saber cómo están distribuidas estas granjas, sus características de producción y su Inversión anual para llevar a cabo esta labor

DISTRIBUCIÓN NIVEL NACIONAL



. Figura 2.10 “Resultados del censo Avícola, Pollo Broiler”

Aproximadamente el 60% del mercado es manejado por PRONACA y el porcentaje restante se establece con Grupo Oro, Grupo Anhlazer, POFASA, Avícola Pradera, Andina, Agoyán Ambato, entre otras. Demás el 45% de los alimentos para las aves, registran intervención de PRONACA por medio de entrega de maíz y soya.

Por otra parte, en el Ecuador existen 1900 granjas avícolas tan solo el sector artesanal representa un 30% donde la capacidad de auto solvencia alimenticia es muy eficiente, debido a que se utiliza la producción de maíz y cebada se complementa con algún tipo de suplemento alimenticio. Por lo que el gasto económico en este aspecto es sustancial comparado a las ganancias; por otro lado, los problemas de eficiencia alimenticia se fundamentan en los métodos que usan para llevar a cabo esta tarea donde el 10 al 20 % del presupuesto se destina a los jornaleros quienes alimentan y cuidan a los animales. Pero si usaran métodos semiautomáticos para la alimentación y cuidado este rublo disminuiría sustancialmente

2.1.6 Relación alimentación-competitividad industrial.

“Según la página Delcon menciona que el 70% del costo de producción proviene de los alimentos balanceados; en relacionan a la especie y el país. Por tanto, es obvio que el enfoque principal para una producción avícola rentable es la eficiencia alimenticia”. [15] La producción avícola es una industria altamente sofisticada la cual la convierte en un activador económico importante para los países, su éxito radica en gran medida en la gestión impecable es decir regirse a estándares altos de calidad y gestión donde se resaltan los regímenes alimenticios.

En cuanto a los aspectos de competitividad de las granjas automatizadas y las granjas artesanales, existen un sinnúmero de artículos que evidencia la

importancia de controlar los procesos de alimentación y crecimiento de las aves garantiza tener mejores resultados con respecto:

- Crecimiento
- Salud
- Peso
- Calidad de la carne
- Producción de Huevo
- Reducción de tiempo
- Menos obreros

Aspecto que hacen importante a los procesos automáticos o semiautomáticos en el sector avícola. Por tanto, el desarrollo de dispositivos accesible para las granjas avícolas más pequeñas es una gran oportunidad para el dispositivo que se describe en este trabajo de investigación.

2.2 Fase de instrumentación del dispensador de alimentos.

En esta fase se define los diferentes dispositivos que al trabajar en conjunto darán forma a lo que se espera como dispensador automático de alimentos por tanto se muestra a detalle las especificaciones técnicas de cada uno de estos elementos, junto a la descripción de su función dentro del dispositivo. Además, se muestra gráficos esquemáticos y P&ID que permiten tener una visión más clara sobre la funcionalidad y el alcance del dispensador, de tal manera que se evidencie con claridad el procedimiento de diseño del dispensador. Por ultimo y no menos importante se realiza una propuesta de implementación de este dispositivo dentro del sector Avícola, rescatando la versatilidad del dispensador para proveer a los animales domestico de cualquier tipo de alimento seco y además su capacidad para monitorear las acciones del dispensador en tiempo real.

2.2.1 Microcontrolador

El dispensador de alimentos hace uso de la tarjeta de desarrollo Arduino mega, la cual está basada en un microcontrolador ATmega 2560; este microcontrolador de 8bits y arquitectura RISC con 256KB de Memoria Flash de bajo consumo de potencia cumple con las siguientes especificaciones técnicas:

INFORMACIÓN	DATOS
Memoria flash para programación	256KB
Tamaño de datos RAM	8KB
Interfaz	2-wire, SPI, USART
Velocidad	16 MHZ
Puertos de entradas y salidas	86
Temporizadores	6
Canales de ADC	16 canales de 10 bits
Empaquetado	TQFP-100

Tabla 2. 3 “Información técnica del ATMEGA2560”

Además de este controlador el Arduino Mega brinda otras facilidades, como sus salidas PWM, sus puertos serial 4 puertos por hardware (URAT), 54 pines digitales y otras características con las cuales podemos realizar una lectura de datos digitales y analógicos como:

- Lectura de la balanza
- Muestrear datos en una pantalla LCD
- Lectura de un teclado matricial
- Señal de reloj
- Señales de alarma
- Señales PID
- Control de la velocidad del motor

Se muestra en la tabla características generales del Arduino Mega, que se toman en consideración en el desarrollo del dispositivo.

INFORMACIÓN	DATOS
Suministro externo de energía	6 a 20 [V]
Memoria	256 flash,8KB SRAM, 4KB EEPROM
Numero de pines	56
Voltaje de cada Pin	5V
Carga máxima	40 mA
Clock speed	16 MHz
Pines analógicos	16
Corriente entregado por el pin 3.3V	50mA
Tierra y Voltaje	GND, Vin

Tabla 2. 4 “Características del Arduino Mega”

En pocas palabras el Arduino Mega realiza la función de computó donde recoge todas las señales de control. Inicialmente se conecta la balanza a un módulo HX711 el cual sirve para amplificar la señal de la balanza, esta señal va dirigida hacia el controlador y es parte de la señal de retro alimentación del sistema de control establecido.

Luego de ser computarizada estas señales conjunto con los datos de requerimiento digitados en el teclado matricial, el controlador ejecuta la acciones de activación del motor, y cargar datos del funcionamiento en tiempo real del dispensador al servidor web. Por tanto, se puede decir que el Arduino es la base del proyecto, es el dispositivo que realiza todas las tareas complejas de cómputo, por medio de un código desarrollado en Arduino IDE, el cual rescata todas las variables que necesita el Arduino para procesar la información. (Véase en anexos)

2.2.2 Actuadores

Los actuadores son aquellos dispositivos que permiten transformar la energía que reciben a otro tipo de energía que se necesite. En esta ocasión se toma un motor reductor que en conjunto con un tornillo sin fin realizamos la conversión de

energía eléctrica a moviente, con el cual el controlador deja caer el alimento de la mascota sobre el plato que esta sobre la balanza.



Figura 2.11 “Motor reductor”

La figura muestra el motor reductor que se utiliza en el dispensador de alimentos, con las siguientes especificaciones técnicas:

Información	DATOS
Comunicación	Sin escobillas
Velocidad	1 – 375 RPM
Color principal	gris
Origen	Área de almacenamiento
Potencia de salida	0.5 – 1.5 KW
Par de torsión	0.5, 0.7, 2.5 [Kg x cm]
Voltaje	12 [V]
Categoría	Motores
Tipo	Motor CC

Tabla 2.5 “Especificaciones técnicas Motor reductor”

El tornillo sin fin que se acopla al motor tiene la facultad de dejar caer los alimentos que se encuentran en el recipiente de almacenamiento hasta caer sobre el plato del cachorro. Sus especificaciones son las siguientes:

INFORMACIÓN	DATOS
Material	Acero inoxidable
Pulgadas	6 ft
Diámetro	8,5 cm
Resistencia	1200 kg/cm ²

Tabla 2.6 “Especificaciones técnicas Tornillo sin fin”

2.2.3 Sensores

Este dispositivo recibe una señal de retroalimentación proporcionada por la balanza, es decir el controlador recibe el valor del peso de la comida existente en el recipiente y de acuerdo a esto suministrara o no de comida al plato. Para esto se hace uso del módulo HX711, el cual obedece a las siguientes especificaciones:

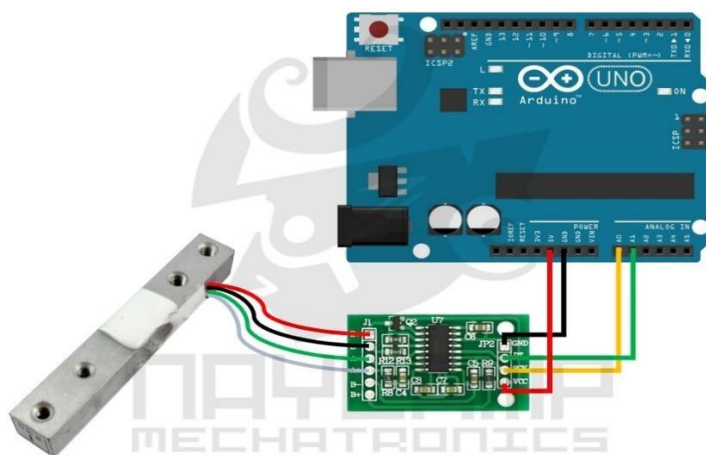


Figura 2.12 “Sistema de adquisición de datos de peso”

La imagen muestra la conexión que debe realizarse entre las galgas que son parte de la balanza, el módulo HX711 y el Arduino mega con el cual realizaremos la lectura del valor en kilogramos de la ración de comida sobre la balanza.

INFORMACIÓN	DATOS
Conexión	Protoboard o tarjeta header
Interfaz	Salida digital serial
Corriente de operación	1.5 [mA]
Corriente en espera	1 u [A]
Operación seleccionable	80 a 10 muestra por segundo
Canales diferenciales	2
Voltaje de operación	2.7 -5 [V]

Tabla 2.7 “Módulo HX711”

La comunicación de este módulo debe realizarse por medio de dos pines I/O debido a su interfaz de comunicación de dos hilos. Par la lectura de este se utilizan una librería específica existente en Arduino.

2.2.4 Sistema de comunicación

La comunicación de los datos del dispensador hacia el servidor web, pues se utiliza una comunicación por puerto serial desde la tarjeta Arduino Mega a nuestro computador; donde se hace uso de la plataforma ThingSpeak para mostrar los datos que la balanza está midiendo en ese instante; mediante un código Python que permite publicare la información a la plataforma.



Figura 2.13 “Comunicación serial”

El ThingSpeak es una aplicación de código abierto que se utiliza para almacenar y recuperar datos que utilizan el protocolo HTTP y MQTT, para cargar los datos hacemos uso de internet y una vez que se crea una cuenta personal en esta plataforma. Los usuarios tienen acceso a un código Python que les permite acceder a las licencias de activación, para así poder cargar los datos a la plataforma. Una vez hecho esto la plataforma permite realizar un monitoreo en tiempo real de tus datos y además da la ventaja de compartir estos datos por medio de internet, con tan solo compartir el link cualquier persona en cualquier parte del mundo visualiza los datos cargados.

2.2.5 Set Point

Uno de los aspectos más importantes del control son las condiciones iniciales, más conocidas en el ámbito industrial como el set point, es decir son los requerimientos o finalidad que el controlador debe satisfacer. Para este caso se hace uso de un teclado matricial donde el operador digita el número de veces que alimentara a su mascota y peso de las porciones.



Figura 2.14 “Comunicación serial”

Las especificaciones que presenta el teclado matricial se ponen a disposición en la siguiente tabla:

INFORMACIÓN	DATOS
Resistencia de aislamiento	100 M Ω
Tiempo de rebote	5ms
Corriente de operación	30 [mA]
Voltaje de soporte dieléctrico	250 Vrms
Densidad del pad	6.9 x 7.6 cm
Temperatura de operación	0 a 50 °C
Voltaje de operación	24 [V]

Tabla 2.8 “Teclado matricial”

Conjunto al teclado se debe trabajar con una pantalla LCD que permita al usuario visualizar los datos que está ingresando.

Así el usuario tiene control de los datos que proporciona al controlador y minimiza algún tipo de error en cuanto a lo que él requiere en particular. Existen varios tipos de pantallas LCD, pero en este dispositivo se utiliza una LCD de 16 x 2 con las siguientes especificaciones:

INFORMACIÓN	DATOS
Controlador	HD44780
Color	Color fondo azul, letras blancas
Modo de operación	4 y 8 bits
Voltaje de operación	4.5 – 5.5 [V]

Tabla 2.9 “Pantalla LCD 16 X 2”

Para la conexión de esta pantalla LCD con el Arduino se establece el pin 4 del LCD al pin 10 del Arduino. El pin 6 del LCD al pin2 del Arduino, el pin 11 al 4 del

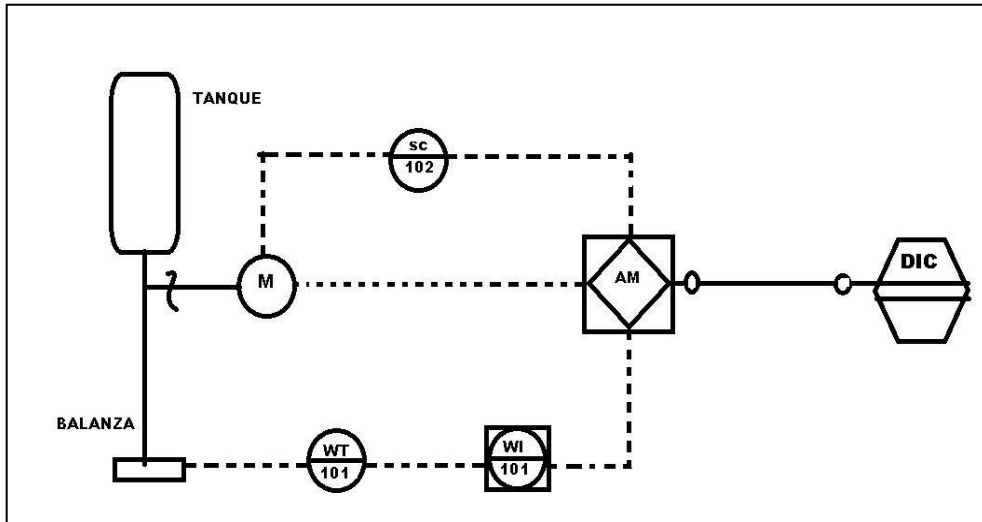


Figura 2.16 “Diagrama P&ID”

En el siguiente cuadro se muestra las siglas utilizadas en el diagrama P&ID y las descripciones de cada una de ellas:

Siglas	Descripción
$\frac{SC}{102}$	Control de velocidad
$\frac{WT}{101}$	Transmisor de los datos de la balanza (peso)
M	Motor reductor
AM	Arduino Mega 2560
$\frac{WI}{101}$	Indicador de Peso (Pantalla LCD)
DIC	Control Indicador de Datos

Tabla 2. 10 “Descripción diagrama P&ID”

El diagrama P&ID muestra como el tanque por acción del motor (M) deja caer los alimentos sobre la balanza la cual envía los datos del peso de la ración de comida por medio del Transmisor de peso (WT), lo que anterior mente mencionamos como módulo HX711 quien transmite la información al Arduino

Mega (AM). Además, hacemos uso de una pantalla LCD con el cual el usuario

se apoya para visualizar el set point que el establece y la lectura de la balanza (WI).

Luego el Arduino mega con ese dato de la balanza hace trabajar su control PID incorporado por código ID y por su pin 12 envía al control de velocidad (SC) constituido por un sistema electrónico compuesto por un LM358, TIP31C y otros elementos de protección que ayudan a controlar el ancho de banda de la señal PWM que envía el pin 12 del Arduino y con esto la velocidad de giro del motor.

Por otra parte, el Arduino mega envía los datos de la balanza al computador (DIC) control Indicador de datos quien con ayuda de un servidor web podemos monitorear estos datos en tiempo real y compartirlos según sea el interés de esta acción. Siendo de esta manera como se distribuye el funcionamiento del dispensador automático de alimentos.

2.3.1 Sistema de control

El sistema de control establecido para el motor es un PID, el cual está inmerso en el código ID del Arduino mega; el cual recoge el dato establecido como set point ya la comparar con la señal de la balanza genera las constantes proporcionales, derivativas e integrativas del PID, luego el código realiza una operación donde se muestra el valor de una constante; esta constante será el valor que nos ayudara a modular la señal PWM que enviaremos del Arduino Mega al siguiente circuito:

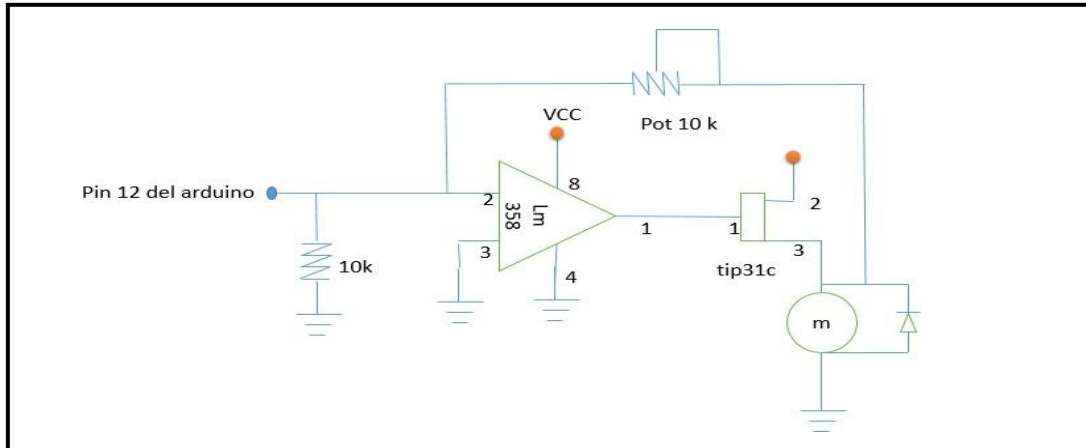


Figura 2.17 “Conexión de planta”

Se muestra en la figura el circuito que controla la velocidad del motor por medio de la Señal PWM generada por el control PID que se realiza en el Arduino Mega y se transmite por el PIN 12, al conectarse con el LM358 alimentado a 12[V] y un tip 31c que en conjunto regulan el Duty cycle de la señal que llega al motor; con esto se puede controlar la velocidad con la que gira el motor y por tanto se controla que la comida caiga en el recipiente hasta cuando la señal que genera la balanza se iguale al set point y se detenga el motor.

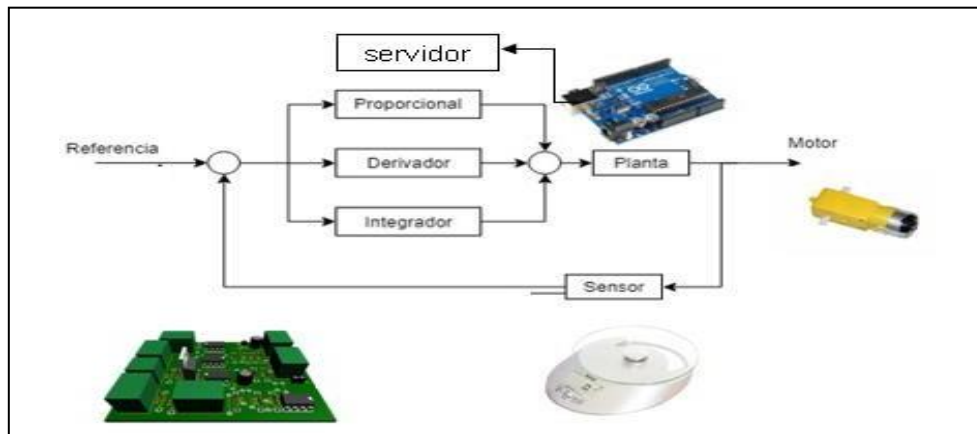


Figura 2.18 “Diagramas de Bloques”

Una forma más clara de ver el sistema de control en lazo cerrado del dispensador automático de alimento se muestra en el diagrama de bloques, con el que se despejan ciertas dudas en cuanto al funcionamiento y permite adquirir una idea general del funcionamiento del mismo, junto a cada uno de sus componentes.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se muestra los diferentes diagramas que se utilizaron para el diseño del dispensador automático de alimentos, también se pretende evidenciar el monitoreo de los datos por medio del servidor web describiendo el análisis de las ventajas que proporciona esta aplicación al dispositivo.

El análisis de la importancia del dispensador en la actualidad, donde se evidencia las necesidades de las instituciones que destinan sus recursos al cuidado y protección de los animales de la calle, haciendo un contrasté entre los resultados de eficiencia del dispositivo recogido por medio de una encuesta a 100 personas que usaron el dispositivo y evaluaron su desempeño. Por último, se revela una propuesta para el sector Avícola, mostrando todas las consideraciones técnicas que deben ser establecidas para que el dispensador pueda funcionar en ambientes rurales.

3.1 Diagramas del Prototipo

Los diagramas muestran una visión grafica del diseño del dispensador y complementan las explicaciones dadas anteriormente, en primera instancia se muestra el diagrama de bloques del sistema con el cual realizamos el control

del movimiento del motor, y la adquisición de los datos de peso de las raciones de alimentos existentes ya en el recipiente que esta sobre la balanza.

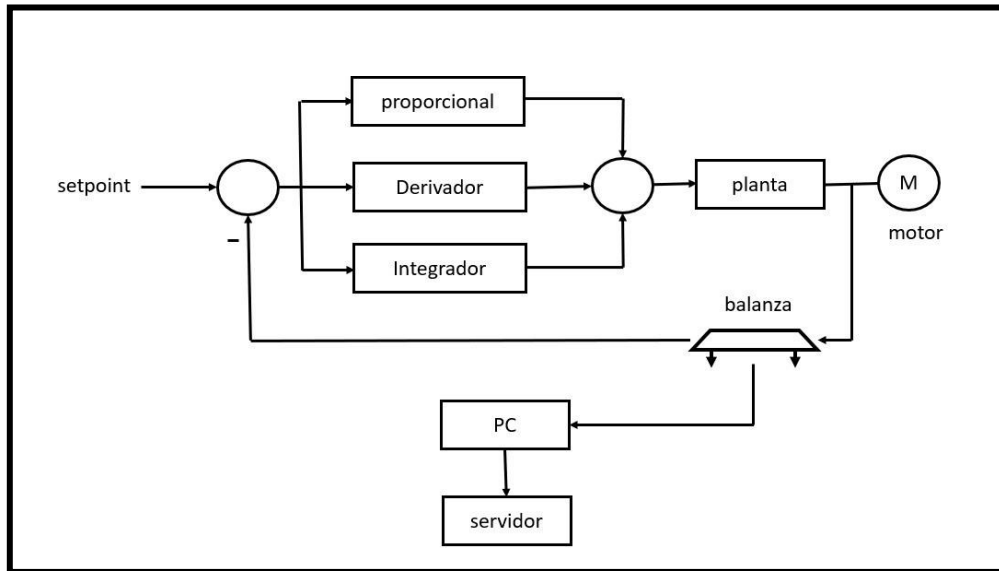


Figura 3.1 “Diagrama de Bloques”

Se muestra como variable de entrada el set point, ingresado por el usuario, por medio del teclado matricial, apoyándose con la pantalla LCD, esta información es adquirida por el Controlador el cual determina las constantes proporcional, derivativa e integrativa del PID, seguido de esto se envían la señal PWM que regula la velocidad del motor. Luego se observa la retro alimentación de los datos de la balanza con el controlador y con estos nuevos datos se genera una nueva señal PWM y así cambia la velocidad que tiene el motor.

Por último, el y no menos importante observamos en el grafico que en realimentación balanza controlador existe una señal que se dirige a un bloque llamado servidor, se refiere a la comunicación serial que se realiza con el computador para cargar los datos al servidor y visualizar los datos de la balanza en tiempo real.

En cuanto la adquisición de datos de la balanza se genera un sistema electrónico donde participa el módulo HX711 con una conexión sencilla. Además, se hace participe la pantalla LCD con la cual se puede visualizar no solo el peso que registra la balanza en tiempo real sino también el dato ingresado previamente por el usuario es decir el set point por tanto de esta manera se realizó la conexión:

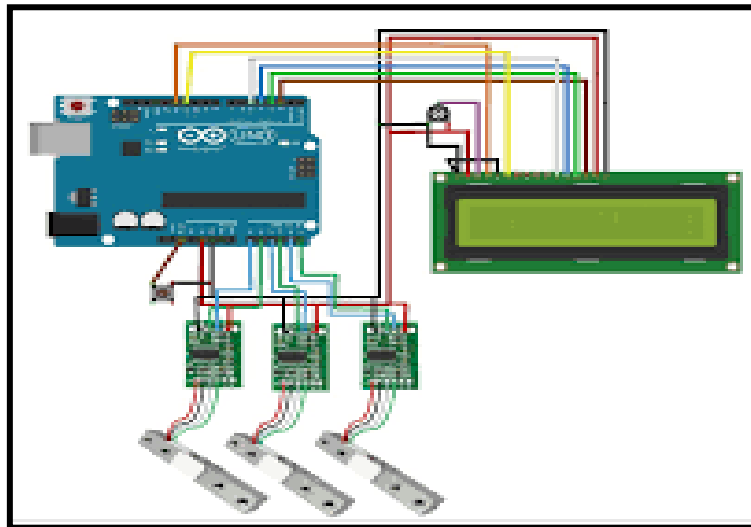


Figura 3.2

“Esquema de conexión celdas de fuerza, HX711, Arduino y LCD”

Este circuito nos permite mostrar los datos del peso, pero este dato no solo es importante para mostrarlo sino también es importante para realizar el cómputo es decir el control PID que esta embebido en la programación del controlador. Además, este dato es importante para general la señal PWM que se modula de la siguiente manera:

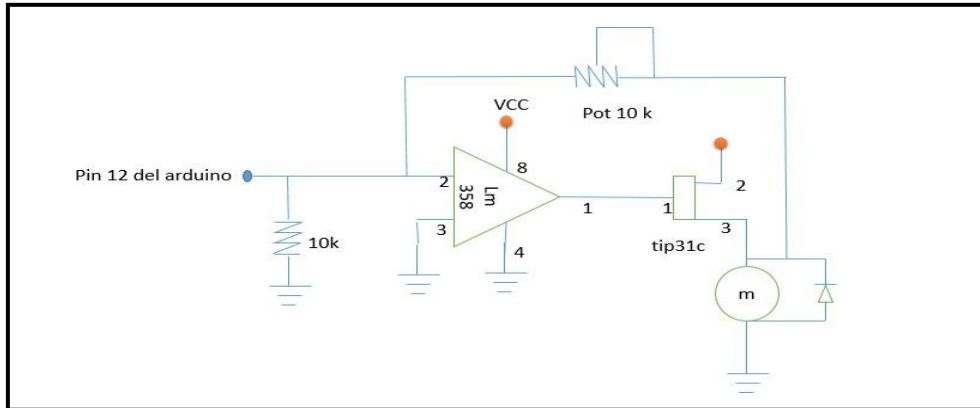


Figura 3.3 “Conexión de planta”

El sistema este compuesto por un LM358 con el que modulamos la frecuencia de la señal PWM que entrega el Arduino mega por su pin 12 y un TIP31c nos permite regular la potencia que suministramos al motor, en conjunto son los responsables de controlar la velocidad del motor. En este sistema es importante que el OPAM no tenga una ganancia de no más de $10K\Omega$ lo cual este controlador un potenciómetro; y una resistencia a tierra conectada al pin 2 del LM358. Además, es importante que las tierras de este sistema estén puenteadas con las tierras del Arduino así evitamos posibles fallas a futuro.

3.2 Servidor Web

Se le llama servidor web al programa informático que permite procesar una aplicación del lado del servidor y direccionar la información a diferentes puntos. Por tanto, esta herramienta ayuda a que los datos del dispensador de alimentos se puedan visualizar y compartir en tiempo real; brindando la facilidad de realizar el monitoreo desde cualquier punto donde nos encontremos.

Se opto por la plataforma ThingSpeak la cual nos permite publicar, almacenar y recuperar datos de todas aquellas cosas que usan protocolo HTTP y MQTT. Entonces se realizó una comunicación serial por medio del puerto USB del computador y del Arduino. Luego de adquirir una cuenta en esta plataforma, procedemos mediante un código Python la adquisición de las licencias para publicar nuestros datos.

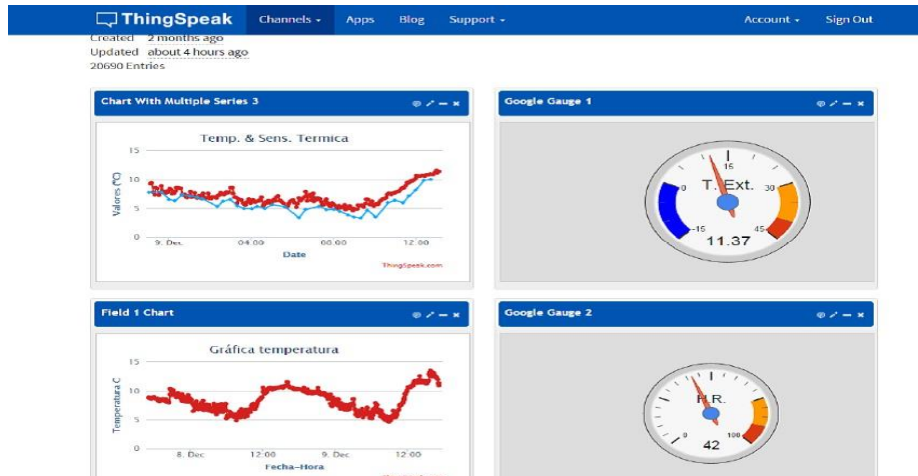


Figura 3.4 “ThingSpeak”

De esta manera el programa realiza un muestreo de los datos que el controlador está cargando al computador. En el siguiente grafico se muestra la función de monitoreo que tiene esta plataforma, mostrando datos de pruebas realizadas con el dispensador de alimentos.

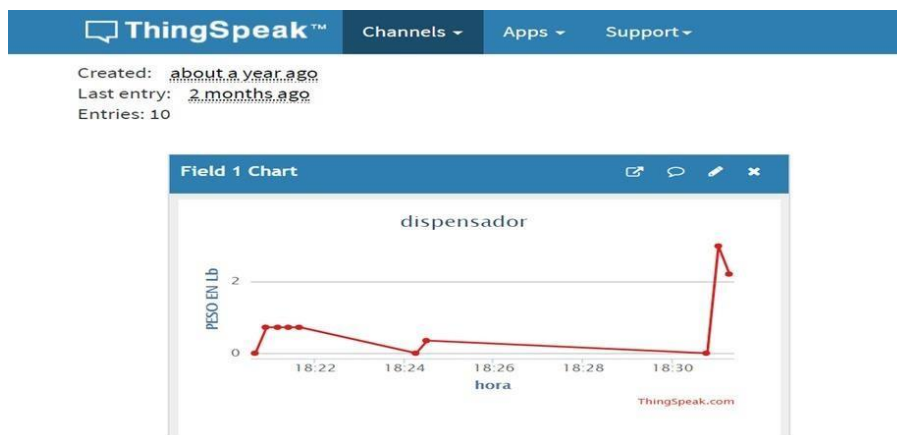


Figura 3.5 “Prueba 1”

3.3 Eficiencia del Dispensador

Una vez implementado el dispensador y funcionando al 100% se dispuso del mismo para realizar un estudio de su eficiencia, para evidenciar si el dispensador puede cumplir con los objetivos planteados especialmente disminuir el tiempo que el propietario de una mascota emplea para alimentar a sus mascotas. Para

esto se pone a disposición de 100 usuarios el dispensador de alimentos, el cual será utilizado durante un periodo de 3 días cada uno. El usuario debe realizar la tarea de alimentar a sus mascotas usando el dispensador y al final responder a la encuesta.

La encuesta consta de 4 preguntas las cuales están diseñadas para evaluar el funcionamiento del dispensador, el ahorro de tiempo en la tarea de alimentación y el interés de adquirir una tecnología como el dispensador. Mostrando como resultado los siguientes datos:

Inicialmente se consulta con los participantes sobre ¿Cuál es el número de mascotas que tiene?

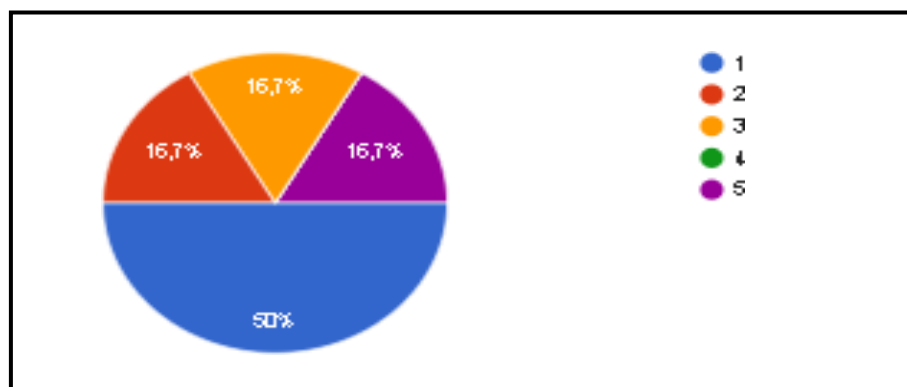


Figura 3.6 “Pregunta 1”

La gráfica evidencia que el mayor número de participante tiene tan solo una mascota es decir 50%, mientras que el 16.7% tiene más de una mascota estos datos son influyentes en el momento de medir el tiempo que necesitas para darle de comer a tus mascotas.

Luego se consultó a los participantes sobre el tiempo que empleaban para darle de comer a sus animales antes de usar el dispensador.

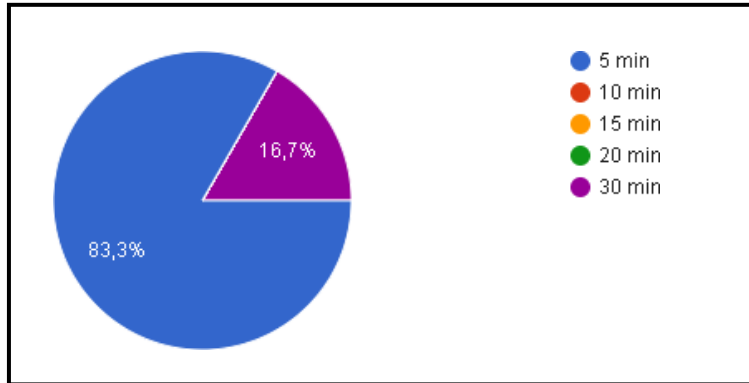


Figura 3.7 “Pregunta 2”

La pregunta fue: ¿Cuál es el tiempo que empleas en darle de comer? Para la cual las respuestas fueron: un 83.3% asegura que requiere de tan solo 5 min para alimentar a sus mascotas lo cual involucra a las personas que tiene de 1 a 3 perros mientras que el 16.7% data de las personas que tiene alrededor de 5 perros para los cuales emplean hasta 30 min.

La siguiente pregunta involucra la participación del dispensador, es decir medimos el tiempo que necesitaron los usuarios para alimentar a sus mascotas utilizando el dispositivo.

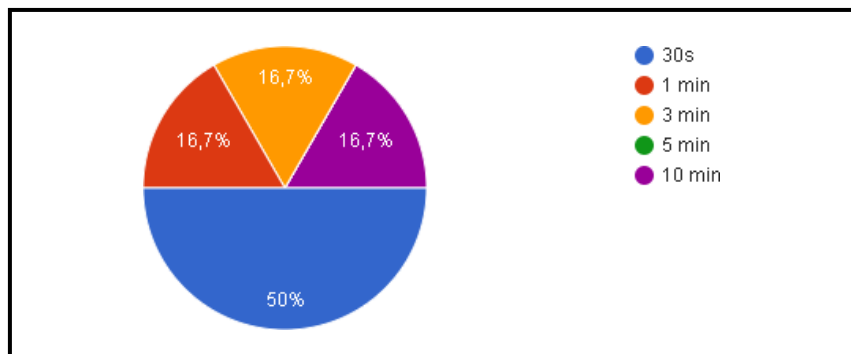


Figura 3.8 “Pregunta 3”

La grafica muestra como el 50% de los participantes tan solo requieren 30 s para alimentar a sus cachorros, lo cual representa a los participantes propietarios de un solo Can. Mientras que el 16.7% que equivale a las personas que tiene 2, 3 y 5 perros emplean un tiempo de 1, 3 y 10 minutos respectivamente.

Ahora mostramos la evaluación cualitativa del dispensador donde se consulta a los participantes sobre las dificultades que tuvieron para operar el dispensador.

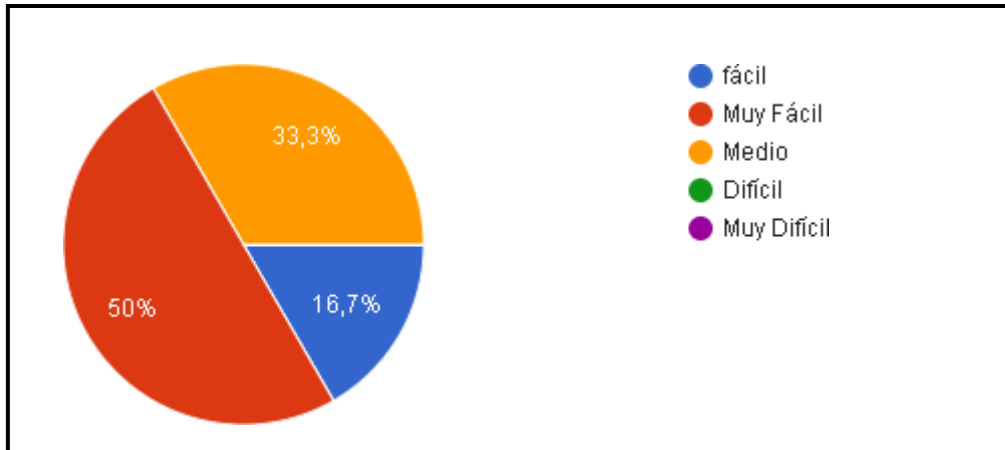


Figura 3.9 “Pregunta 4”

Esta grafica corresponde a la pregunta: Según tu experiencia ¿Cómo catalogarías, el uso del dispensador? Donde las respuestas son favorables ya que el 50% menciona que es muy fácil, 16.7% cree que es fácil y el 33% cree que tiene una dificultad media por lo que el 70% de los participantes cree que el dispositivo es fácil de manejar. Ahora en la concepción de la disponibilidad de invertir para adquirir este dispositivo las personas mostraron la siguiente tendencia:

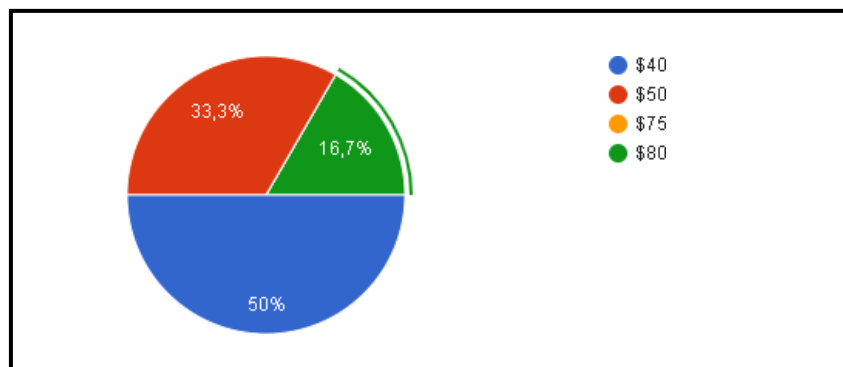


Figura 3.10 “Pregunta 5”

Es evidente que las personas estarían a pagar has \$80 por esta tecnología lo cual evidencia la gráfica con un 50% a \$40, 33.33% a \$50 y un 16.7% a \$80 lo

cual podríamos suponer que las personas están dispuesta a pagar un promedio de \$65 por esta tecnología.

Por último, se realiza una pregunta a los usuarios en cuanto al análisis del dispensador, según su experiencia cuales creen que deben ser las mejoras que podríamos realizar en el dispensador.

Que recomiende la cantidad para la mascota según sus años ejemplo cachorro
La parte final por donde las croquetas salen, puede adjuntar un plástico que ayude a dirigir aún mas las croquetas hacia el plato para que no se desvíen o se rieguen.
Si tuviera un molidor de croquetas sería perfecto para los animales más viejitos
Agregar un bebedero que funcione de forma sincronizada con la comida.
Poder controlarlo desde el celular

Figura 3.11“Pregunta 6”

La imagen muestra las especificaciones más relevantes que los participantes creen que deben ser mejoradas en este prototipo de dispensador. Ellos creen que esto les ayudaría aún más para las diferentes necesidades. Pero es evidente que muchas de ellas solo podrían cumplirse en dispensadores personalizados, los cuales resolverán esas dificultades.

3.4 Análisis del Dispensador

Esta sección tiene como objetivo mostrar todas las fortalezas que tiene el dispositivo y a su vez mostrar las debilidades. Para evidenciar un posible camino de mejora para el mismo. El dispensador cuenta con un motor acoplado a un tornillo sin fin el mismo que al moverse transporta los alimentos contenidos en el tanque de almacenamiento hasta el plato, que se encuentra sobre la balanza esta balanza envía una señal al controlador, con la cual hace el control PID. Además, se apoya por los valores de referencia programados por el usuario, él puede ingresar el peso o cantidad de alimento que desea suministrar, la hora a la que desea realizar esta acción y almacenar esta información. Por tanto, solo

cuando la referencia sea igual al valor detectado por la balanza se dejará de suministrar alimentos al plato, es decir actúa el control de velocidad que hace que la velocidad del motor se reduzca hasta detenerse totalmente.

Fortaleza	Debilidades
Facilidad en la programación	No cuenta con un control inalámbrico
Microcontrolador económico y de software libre	Necesita de energía eléctrica para funcionar (debe estar conectado)
Monitoreo en tiempo real	Su controlador no es de uso comercial
Estructura resistente	Carece de una aplicación para Android
Precisión	No tiene molidor de croqueta
El servidor puede monitorear más de un dispositivo a la vez	El precio de construcción no es muy comercial.

Tabla 3.1 “Descripción de fortalezas y debilidades”

Por otra parte, se muestra a detalle el análisis de costo, es decir se muestra la inversión económica para la elaboración del dispositivo.

Componente	Precio
Arduino mega	\$20
Balanza	\$5
Modulo hx711	\$3
Módulo reloj	\$3
PIC 16f887	\$8
Pantalla LCD	\$7
Teclado matricial	\$4
LM358	\$1
Tip 31c	\$1
Motor reductor	\$3
Potenciómetro de 1K	\$1

Potenciómetro de 10K	\$1
1 diodo	\$0.25
Resistencia de 10K	\$0.15
Resistencia de 220 ohm	\$0.15
Resistencia de 330 Ohm	\$0.15
Led	\$0.15
Baquelita Virgen	\$1.50
1 sócalo para pic	\$0.50
Estructura del dispensador	\$30.00
Total	\$89.85

Tabla 3.2 “Análisis de costos”

Claramente esta tabla muestra el total de inversión en la construcción del Dispensador con el cual se muestra que no es valor competitivo en el mercado y está muy alejado del precio que el público estaría dispuesto a pagar, según las encuestas realizadas el promedio de inversión para esta tecnología bordea los \$75 dólares. Por tanto, es importante presentar una alternativa muchas económica.

Con la finalidad de mejorar los aspectos de competitividad en el mercado se cree conveniente realizar una migración de nuestro sistema de control a una tarjeta ESP32, siendo esta una tarjeta de uso comercial para dispositivos electrónicos buscamos no solo minimizar costo sino también adquirir estándares comerciales competitivos con el medio.

La Tarjeta ESP32 es una de las denominaciones de la familia de chips SoC, la cual tiene la característica de ser de bajo consumo de energía, con tecnología Wi-Fi y Bluetooth que trabajan de manera dual y se encuentran incorporados en la tarjeta. Además, tienen costos muy bajos en el mercado, lo que la hace indicada para las mejoras del dispensador. [16]

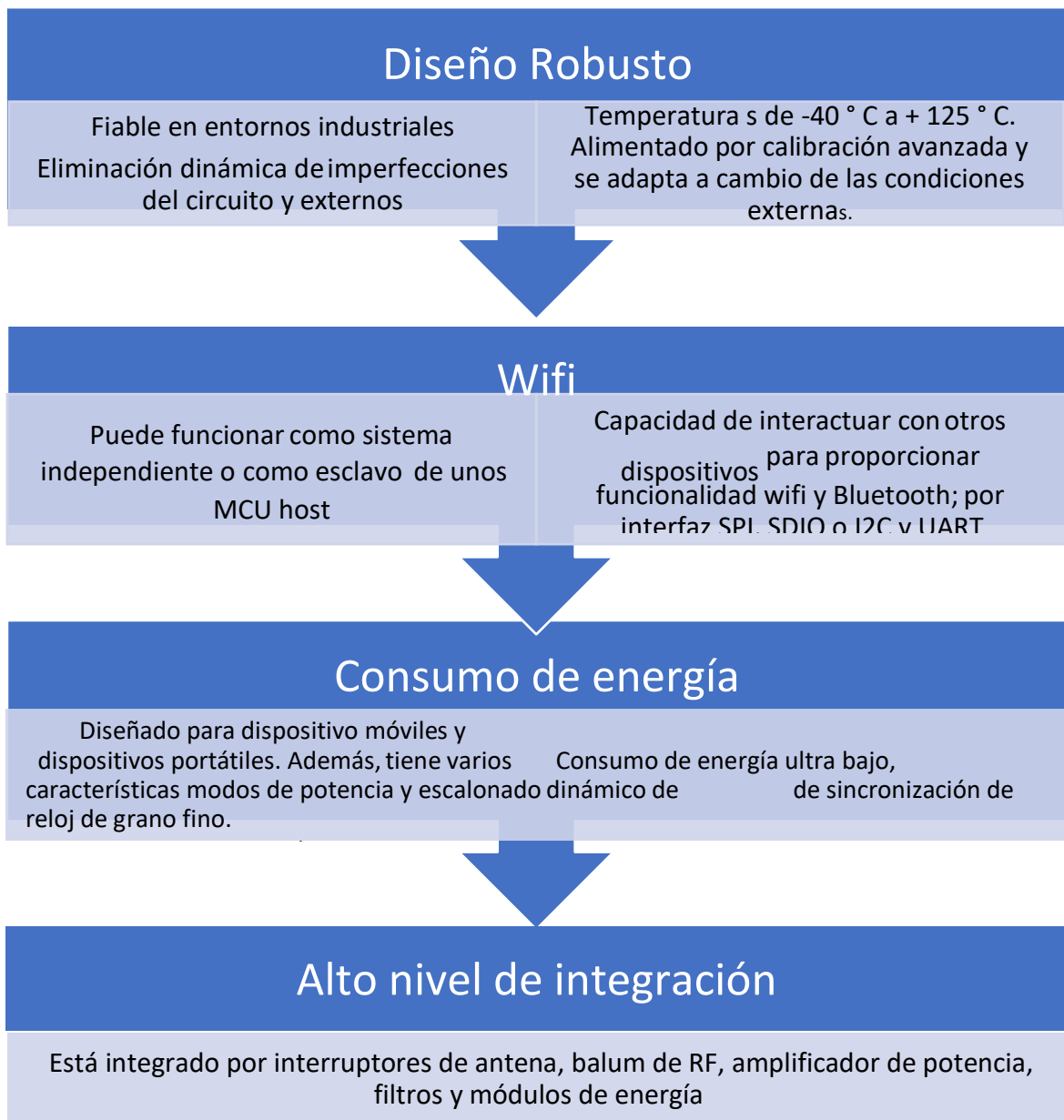


Figura 3.12 “Descripción de la tarjeta ESP32”

La migración del código ID de Arduino a la tarjeta ESP32 no requiere más que de cambiar algunas de las librerías que se usaron para la adquisición de datos de la balanza y para el control PID que se establecieron en Arduino. Y aprovechar el wifi para conectar el dispositivo a un smartphone, para así brindarle al usuario la versatilidad de usar el dispositivo desde cualquier punto,

es decir, programará las horas de la comida de su mascota y monitoreará el proceso desde su celular.

3.5 Proyección al sector Avícola

El prototipo realizado del dispensador de alimentos está destinado exclusivamente para mascotas domesticas como perros o gatos, con la facultad de proporcionar alimentos secos o de fórmula para la dieta de las mascotas. Por otra parte, el sector avícola en el cuidado de sus animales la alimentación es un proceso mucho más agobiante y la automatización de este proceso brinda mejoras en la calidad de la carne de las aves y además ahorro monetario. El proceso de alimentación de las avícolas tiene diferentes técnicas nutricionales, por tanto, nos enfocaremos en la distribución del alimento.

DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS EN EL SECTOR AVÍCOLA

- Determinar el número de dispensador según el tamaño del galpón
- Programación de las maquinas, determinar las horas y el peso de alimento que va tener cada comedero.
- Modificar el plato de la balanza para evitar que las aves suben al plato y proporcione errores al PID
- Instalación Eléctrica para el suministro de energía
- Instalación de la comunicación serial usando algún protocolo industrial
- Estación de monitoreo

Figura 3.13 “Descripción del proceso de alimentación en una granja avícola, basada en un sistema de dispensadores de alimentos”

Una visión general de como estaría establecida la conexión de 5 dispensadores, en serie para realizar la tarea de alimentación en las granjas avícolas se muestra a continuación:

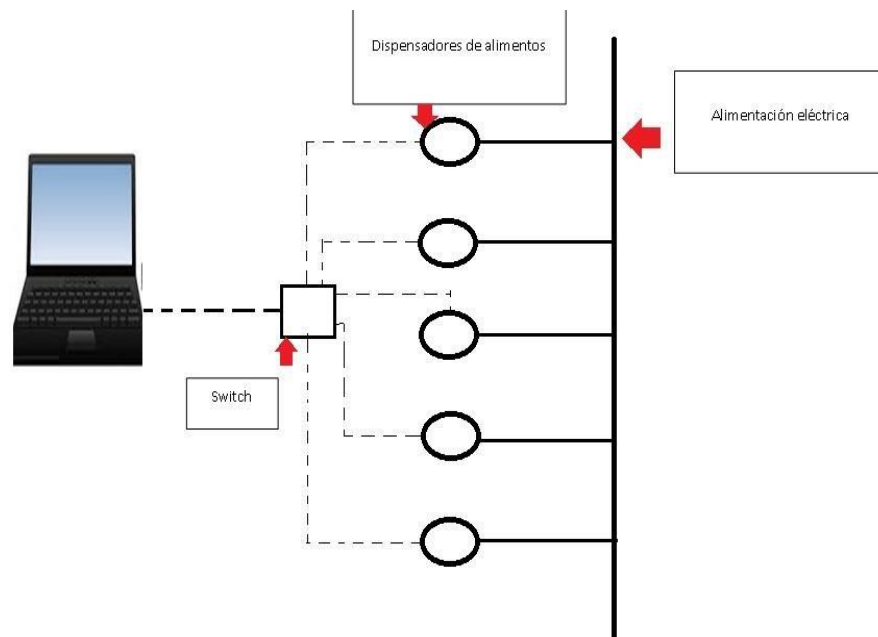


Figura 3.14 “Proceso de alimentación en una granja avícola, basada en un sistema de dispensadores de alimentos”

En la imagen se muestra un bosquejo del sistema de dispensadores de alimentos, los cuales se conectarían eléctricamente a una red monofásica, con las respectivas protecciones debido a que cada dispensador equivale a un motor reductor. Por tanto, las conexiones deben tomar en cuenta los criterios de instalación industrial. Luego tenemos una conexión serial, aquí se puede usar cualquier protocolo de comunicación serial para transmitir los datos a una computadora que puede establecerse como servidor donde con ayuda de una plataforma web realice las acciones de Monitoreo. Siendo así una de las maneras más sencillas de adaptar el dispensador automático de alimentos para mascotas, al sector avícola.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- I. Mediante el uso de dispositivos eléctricos, electrónicos y de control se logró diseñar un dispensador automático de alimentos orientado a mascotas que permita controlar la alimentación de los animales y garantizar el ahorro de tiempo que se emplea para realizar esta tarea; ya que según las encuestas revelan que no requieren más de 5min para alimentar a las mascotas.
- II. Por medio de la plataforma “ThinSpeak” se realizó un servidor web el cual permite al usuario el seguimiento en tiempo real del peso que está censando la balanza; de esta manera se da la facultad de monitoreo de la tarea ejecutada por el dispositivo.
- III. El análisis de precios realizado del prototipo presentado evidencia una falta de competitividad en el mercado debido a su elevado costo, es más la encuesta muestra que el público estaría dispuesto a pagar por esta tecnología alrededor de \$75 precio que es difícil alcanzar según nuestro análisis de costo del prototipo.
- IV. Las modificaciones propuestas para el funcionamiento del dispensador en el sector agrícola, requieren de una inversión adicional y se proyecta como una posible solución para disminuir la brecha de eficiencia entre las granjas artesanales y las automatizadas; ya que les brindaría mayor control en las tareas de alimentación para las aves.
- V. La tarjeta ESP32 busca mejorar la competitividad del dispositivo en el mercado ya que esta tarjeta es de uso comercial y cumple con estándares internacionales para la fabricación de dispositivos.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda la colocación de disipadores de calor en el integrado que controla el actuador con el fin de poder alargar su tiempo de vida evitando averías por recalentamiento.

Se recomienda por seguridad que en la implementación del circuito diseñar placas separadas, una para la circuitería de control y otra para la circuitería de la planta o actuador por motivo de que, aunque comparten la misma tierra, el circuito de fuerza trabaja con niveles de voltaje superiores al de control.

se recomienda presionar el botón de encender la balanza antes de empezar a usar el artefacto.

Se recomienda en la implementación del proyecto, emplear una balanza de iguales características ya que emplear una balanza diferente implicaría efectuar una recalibración de constantes en el código.

En caso de hacer un cambio en la planta o modificación en el tornillo infinito, es posible que se requiera una recalibración en las constantes K_p , K_i , K_d del control PID embebido en la tarjeta de desarrollo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] El Tiempo, «www.eltiempo.com,» 29 junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/la-forma-de-tratar-a-los-animales-puede-definir-como-son-los-seres-humanos-237612>. [Último acceso: 25 junio 2020].
- [2] V. Guardado, «www.hidden-nature.com,» 10 abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.hidden-nature.com/domesticacion-animales-por-humanos/>. [Último acceso: 26 junio 2020].
- [3] Diario "El Universo", «www.eluniverso.com,» 9 abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/narices-frias/calculadora-precio-mantenimiento-perros-ecuador.html>. [Último acceso: 26 junio 2020].
- [4] El Telégrafo, «www.eltelegraf.com,» 28 marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/perros-vagabundos-canes-sin-casa>. [Último acceso: 26 junio 2020].
- [5] aviNews, «avicultura.info,» [En línea]. Available: [https://avicultura.info/ecuador-avicultura-provee-la-mayor-fuente-de-proteína-animal/](https://avicultura.info/ecuador-avicultura-provee-la-mayor-fuente-de-proteina-animal/). [Último acceso: 26 junio 2020].
- [6] G. B. Mota, «Yumpu.com,» Universidad Anáhuac México Sur, [En línea]. Available: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14544055/historia-de-la-ingenieria-de-control-universidad-anahuac-mexico-sur>. [Último acceso: 14 Julio 2020].
- [7] E. M. 19.475.078, «es.slideshare.net,» 24 Julio 2013. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/martinezeduardo/controladores-teoria-de-control-24587590>. [Último acceso: 14 Julio 2020].
- [8] «prof.usb.ve,» [En línea]. Available: <http://prof.usb.ve/lamanna/cursos/Controladores-Industriales.pdf>. [Último acceso: 14 Julio 2020].

- [9] Arduino, «Arduino.cc,» [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. [Último acceso: 14 Julio 2020].
- [10] M. Rouse. [En línea]. Available: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Servidor-Web>. [Último acceso: 14 Julio 2020].
- [11] EBOOKS, «EBOOKS,» [En línea]. Available: <https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/caracteristicas-basicas-del-pic16f887>. [Último acceso: 14 Julio 2020].
- [12] SCRIBD, «SCRIBD,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/184204736/Galgas>. [Último acceso: 14 Julio 2020].
- [13] vetsandclinics, «www.affinity-petcare.com,» [En línea]. Available: <https://www.affinity-petcare.com/vetsandclinics/es/abandono-animal>. [Último acceso: 7 agosto 2020].
- [14] El Heraldo, «elheraldo.com,» [En línea]. Available: [https://www.elheraldo.com.ec/el-sector-avicola-en-numeros/#:~:text=La%20Corporaci%C3%B3n%20Nacional%20de%20Avicultores%20del%20Ecuador%20\(Conave\)%2C%20nace,a%20los%20productores%20av%C3%ADcolas%20ecuatorianos.&text=El%20sector%20av%C3%ADcola%20en%20el,mil](https://www.elheraldo.com.ec/el-sector-avicola-en-numeros/#:~:text=La%20Corporaci%C3%B3n%20Nacional%20de%20Avicultores%20del%20Ecuador%20(Conave)%2C%20nace,a%20los%20productores%20av%C3%ADcolas%20ecuatorianos.&text=El%20sector%20av%C3%ADcola%20en%20el,mil). [Último acceso: 30 agosto 2020].
- [15] delacon, «delacon.com,» [En línea]. Available: https://www.delacon.com/es/desafios-y-soluciones/fitogenicos-en-avicultura/crecimiento-y-desempeño-durante-la-puesta-de-huevos?utm_source=lsbanner-feb20&utm_medium=avinewswebhttps://www.delacon.com/es/desafios-y-soluciones/fotogénicos-en-avicultura/crecim. [Último acceso: 30 agosto 2020].

- [16] ESPRESSIF, «<https://www.espressif.com/>,» [En línea]. Available: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. [Último acceso: 7 septiembre 2020].
- [17] «Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/05/01PPP2016-POLITICA01.pdf>.

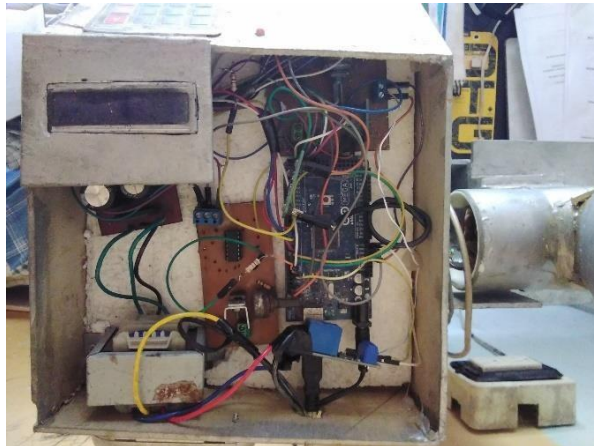
Anexo 1 Fotografías del dispensador



Fotografía 1 “Vista frontal”



Fotografía 2 “Tanque tornillo sin fin acoplado al motor reductor”



Fotografía 3 “Conexiones electrónicas”

Anexo 2 Programación

```
//obs:no puedes tener activado el serial. Begin (9600) y los seriales print que
//permiten imprimir en monitor serie cuando usas display lcd porque el lcd
//trabaja de forma erronea
#include <EEPROM.h>// librería de la memoria eeprom
//-----LIBRERIA DE MODULO HX11-----
#include <HX711_ADC.h>//librería del módulo que acondiciona la balanza
HX711_ADC LoadCell(8, 9);//pin Dt al pin 8, pin sck al pin 9, son pines digitales
//_____inicialización del teclado_____
____//
#include<Keypad.h>//libreria del teclado
const byte FILAS=4;// const sirve para que a la variable filas no se le pueda
//cambiar el valor de 4 a medida que avanza el programa
const byte COLUMNAS=4;//número de columnas del teclado
char keys [FILAS][COLUMNAS]= {
  {'1','2','3','A'},
  {'4','5','6','B'},
  {'7','8','9','C'},
  {'*','0','#','D'}
};
```

```

byte pinesFilas[FILAS]={22,23,24,25}; //pines a los cuales están conectadas las filas
byte pinesColumnas[COLUMNAS]={26,27,28,29}; //pines a los cuales etan conectadas las
columnas
Keypad teclado=Keypad(makeKeymap(keys), pinesFilas, pinesColumnas, FILAS,
COLUMNAS) ; //función principal del teclado
char TECLA; //tecla presionada

//..... LIBRERIA DEL DISPLAY.....
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(10,2,4,5,6,7); //pines por los que se envía los datos al display
//.....
float ENCERADO=46.52; //valor de encerado por default
//-----variables del control del motor----- //
int PWM_pin=12; //salida de la pwm que controla al motor por el pin 12 digital
int pin_pic=30; //pin de salida por el cual se encenderá la alarma del pic
int pin_reset=31; //pin para señal de reseteo
//.....Variables del pid.....//
float PID_error = 0;
float previous_error = 0;
float elapsedTime, Time, timePrev;
float PID_value = 0;

//PID constants
////////////////////////////////////
float kp = 1; float ki = 1300; float kd = 1;
////////////////////////////////////

float PID_p = 0; float PID_i = 0; float PID_d = 0;
//.....
int OPTION=0; //del panel de opciones, para desplazarme entre las diferentes opciones
//.....reloj.....//
#include "RTCLib.h" //librería del reloj
RTC_DS1307 RTC; //inicializando reloj
int a; //variable donde se almacenará la hora
int b; //variable donde se almacenará los minutos
int c; //variable donde se almacenarán los segundos
//.....opciones.....//
float REFERENCIA=0; // referencia principal

```

```

String REFERENCIA01="0.00";//cadena de caracteres para almacenar la referencia, obs: un string
es inmutable
byte INDICE_REFE1=0;//índice para barrer la cadena de caracteres
float REFERENCIA1;//variable para almacenar el carácter convertido a decimal para poder hacer las
operaciones
float REFERENCIA1a;
float REFERENCIA1F;// variable para almacenar los datos leídos de la memoria eeprom
float REFERENCIA1FF;
String REFERENCIA02="0.00";//cadena de caracteres para almacenar la referencia, obs: un string
es inmutable
byte INDICE_REFE2=0;//índice para barrer la cadena de caracteres
float REFERENCIA2;
float REFERENCIA2a;
float REFERENCIA2F;// variable para almacenar los datos leídos de la memoria eeprom
float REFERENCIA2FF;
String REFERENCIA03="0.00";//cadena de caracteres para almacenar la referencia, obs: un string
es inmutable
byte INDICE_REFE3=0;//índice para barrer la cadena de caracteres
float REFERENCIA3;
float REFERENCIA3a;
float REFERENCIA3F;// variable para almacenar los datos leídos de la memoria eeprom
float REFERENCIA3FF;
//.....
String HORA_INI1="00";
int HORA_INIF1;
byte INDICE_HORAINI1=0;
//.....
String HORA_INI2="00";
int HORA_INIF2;
byte INDICE_HORAINI2=0;
//.....
String HORA_INI3="00";
int HORA_INIF3;
byte INDICE_HORAINI3=0;
//.....
String MIN_INI1="00";
byte INDICE_MIN1=0;
int MIN_INIF1;
//.....
String MIN_INI2="00";
byte INDICE_MIN2=0;
int MIN_INIF2;
//_____

```

```

//.....
String MIN_INI3="00";
byte INDICE_MIN3=0;
int MIN_INIF3;
//.....
int FACTOR_ON=0;
void setup() {
  //.....del pid.....
  pinMode(PWM_pin,OUTPUT);//inicializando como salida el pin pwm
  pinMode(pin_pic,OUTPUT);//inicializando como salida el pin pin_pic
  Time = millis();//es necesario para obtener el valor diferencial
  //..... lcd.
  begin(16,2);//dimensiones del display
  RTC.begin(); // Inicia la comunicación con el RTC
  //Serial.begin(9600);
  LoadCell.begin();//inicializa la balanza
  LoadCell.setCalFactor(203456.00); // factor de calibración lo obtuve del código de calibración
}

void loop() {
  //.....reloj.....
  DateTime now = RTC.now(); // Obtiene la fecha y hora del RTC
  a=now.hour(), DEC;// variable donde están las horas
  b=now.minute(), DEC;//variable donde están los minutos
  c=now.second(), DEC;// variable donde están los segundos

  //.....///
  LoadCell.update();//carga los datos de la balanza
  float PESO = LoadCell.getData();// se obtienen los valores de peso
  //el encerado.....//
  if(TECLA=="*"){
    ENCERADO=PESO;//actualiza el valor de encerado
  }
  PESO=PESO-ENCERADO;
  //.....para no obtener valores negativos de peso.....
  if(PESO<0){
    PESO=0.00;
  }
}

```

```

//.....ingreso de horas de encendido y opciones.....//
TECLA=teclado.getKey();// aquí estoy obteniendo la tecla presionada
if(TECLA=='A'){
    OPTION++;//si presiono la tecla A me desplazo entre las diferentes opciones
}
if(OPTION==0){//-----se grafica la hora y el peso-----
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("HORA: ");
    lcd.print(a);
    lcd.print(":");
    lcd.print(b);
    lcd.print(":");
    lcd.print(c);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("PESO: ");
    lcd.print(PESO);
    //lcd.print(" ");
    //lcd.print(FACTOR_ON);
    delay(100);
}
if(OPTION==1){ //-----ingreso peso de referencia 1-----
-----
    if(TECLA && TECLA!='A' && TECLA!='D'){//cuando se presione una tecla entrara al if
        if(INDICE_REFE1==4){
            INDICE_REFE1=0;
        }
        if(INDICE_REFE1==1){
            REFERENCIA01[INDICE_REFE1]='.';
            INDICE_REFE1++;
        }
        REFERENCIA01[INDICE_REFE1]=TECLA;
        INDICE_REFE1++;
    }
    REFERENCIA1=REFERENCIA01.toFloat();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print("REFERENCIA 1:");
    lcd.setCursor(0,1);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print("set: ");
    lcd.print(REFERENCIA1);//imprimiendo el set point
    lcd.print(" lb");
    delay(100);
}
}

```



```

if(OPTION==2){ //.....ingreso peso de referencia 2.....
    if(TECLA && TECLA!='A'&& TECLA!='D'){//cuando se presione una tecla entrara al if
        if(INDICE_REFE2==4){
            INDICE_REFE2=0;
        }
        if(INDICE_REFE2==1){
            REFERENCIA02[INDICE_REFE2]='.';
            INDICE_REFE2++;
        }
        REFERENCIA02[INDICE_REFE2]=TECLA;
        INDICE_REFE2++
    }
    REFERENCIA2=REFERENCIA02.toFloat();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);//para imprimir en la segunda
    línea lcd.print("REFERENCIA 2:");
    lcd.setCursor(0,1);//para imprimir en la segunda
    línea lcd.print("set: ");
    lcd.print(REFERENCIA2);//imprimiendo el set point
    lcd.print(" lb");
    delay(100);
}
if(OPTION==3){ //.....ingreso peso de referencia 3.....
    if(TECLA && TECLA!='A'&& TECLA!='D'){//cuando se presione una tecla entrara al if
        if(INDICE_REFE3==4){
            INDICE_REFE3=0;
        }
        if(INDICE_REFE3==1){
            REFERENCIA03[INDICE_REFE3]='.';
            INDICE_REFE3++;
        }
        REFERENCIA03[INDICE_REFE3]=TECLA;
        INDICE_REFE3++;
    }
    REFERENCIA3=REFERENCIA03.toFloat();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print("REFERENCIA 3:");
    lcd.setCursor(0,1);//para imprimir en la segunda
    línea lcd.print("set: ");
    lcd.print(REFERENCIA3);//imprimiendo el set point
    lcd.print(" lb");
    delay(100);
}

```

```

if(OPTION==4){//.....ingreso de 1er hora de encendido.....
    if(TECLA && TECLA!='A'&& TECLA!='D'){
        if(INDICE_HORAINI1==2){
            INDICE_HORAINI1=0;
        }
        HORA_INI1[INDICE_HORAINI1]=TECLA;
        INDICE_HORAINI1++;
    }
    HORA_INIF1=HORA_INI1.toFloat();
    if(HORA_INIF1>23){
        HORA_INIF1=00;
    }
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print("HORA INICIO 1");
    lcd.setCursor(0,1);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print(HORA_INIF1);//imprimiendo el set point
    lcd.print(" H");
    delay(100);
}
if(OPTION==5){//.....ingreso de 1er min de on .....
    if(TECLA && TECLA!='A'&& TECLA!='D'){
        if(INDICE_MIN1==2){
            INDICE_MIN1=0;
        }
        MIN_INI1[INDICE_MIN1]=TECLA;
        INDICE_MIN1++;
    }
    MIN_INIF1=MIN_INI1.toFloat();
    if(MIN_INIF1>59){
        MIN_INIF1=0;
    }
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print("MINUTO INICIO 1");
    lcd.setCursor(0,1);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print(MIN_INIF1);//imprimiendo el set point
    lcd.print(" MIN");
    delay(100);
}

```



```

if(OPTION==6){//-----ingreso de la segunda hora on ---
    if(TECLA && TECLA!='A'&& TECLA!='D'){
        if(INDICE_HORAINI2==2){
            INDICE_HORAINI2=0;
        }
        HORA_INI2[INDICE_HORAINI2]=TECLA;
        INDICE_HORAINI2++;
    }
    HORA_INIF2=HORA_INI2.toFloat();
    if(HORA_INIF2>23){
        HORA_INIF2=00;
    }
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print("HORA INICIO 2");
    lcd.setCursor(0,1);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print(HORA_INIF2);//imprimiendo el set point
    lcd.print(" H");
    delay(100);
}
if(OPTION==7){//.....ingreso del segundo min .....
---
    if(TECLA && TECLA!='A'&& TECLA!='D'){
        if(INDICE_MIN2==2){
            INDICE_MIN2=0;
        }
        MIN_INI2[INDICE_MIN2]=TECLA;
        INDICE_MIN2++;
    }
    MIN_INIF2=MIN_INI2.toFloat();
    if(MIN_INIF2>59){
        MIN_INIF2=0;
    }
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print("MINUTO INICIO 2");
    lcd.setCursor(0,1);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print(MIN_INIF2);//imprimiendo el set point
    lcd.print(" MIN");
    delay(100);
}

```

```

if(OPTION==8){//.....ingreso de la 3ra hora on.....
    if(TECLA && TECLA!='A'&& TECLA!='D'){
        if(INDICE_HORAINI3==2){
            INDICE_HORAINI3=0;
        }
        HORA_INI3[INDICE_HORAINI3]=TECLA;
        INDICE_HORAINI3++;
    }
    HORA_INIF3=HORA_INI3.toFloat();
    if(HORA_INIF3>23){
        HORA_INIF3=00;
    }
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print("HORA INICIO 3");
    lcd.setCursor(0,1);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print(HORA_INIF3);//imprimiendo el set point
    lcd.print(" H");
    delay(100);
}
if(OPTION==9){//.....ingreso de los min 3 on .....
    if(TECLA && TECLA!='A'&& TECLA!='D'){
        if(INDICE_MIN3==2){
            INDICE_MIN3=0;
        }
        MIN_INI3[INDICE_MIN3]=TECLA;
        INDICE_MIN3++;
    }
    MIN_INIF3=MIN_INI3.toFloat();
    if(MIN_INIF3>59){
        MIN_INIF3=0;
    }
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print("MINUTO INICIO 3");
    lcd.setCursor(0,1);//para imprimir en la segunda línea
    lcd.print(MIN_INIF3);//imprimiendo el set point
    lcd.print(" MIN");
    delay(100);
}

```

```

if(OPTION==10){//-----se grafica el excedente de la balanza-----
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("se excede con: ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(PESO-REFERENCIA);
    delay(100);
}
if(OPTION==11){//-----reinicia las opciones-----
    OPTION=0;
}
if(TECLA=='D'){
    REFERENCIA1a=REFERENCIA1*100;//aquí se convierte el valor decimal a entero ej: 0.50
    por 100 es igual a 50
    if(REFERENCIA1a<255 || REFERENCIA1a==255){ // si el valor esta entre 0 y 255 se
    almacena en un espacio de memoria
        EEPROM.put(0,0);// aquí se está almacenando en la dirección 0 el valor 0
        EEPROM.put(1,int(REFERENCIA1a));// aquí se está almacenando en la dirección 1 la
referencia1
    }
    if(REFERENCIA1a>255){ // si el valor de referencia es mayor de 255 no se puede almacenar
en un solo espacio de memoria por ello se lo separa en dos restándole al mismo 255
        EEPROM.put(0,255);// aquí almaceno 255
        EEPROM.put(1,int(REFERENCIA1a-255));// aquí almaceno la resta para luego recuperar
el valor original sumando los valores de cada registro
    }
    //-----para la referencia 2-----
    REFERENCIA2a=REFERENCIA2*100;
    if(REFERENCIA2a<255 || REFERENCIA2a==255){
        EEPROM.put(2,0);
        EEPROM.put(3,int(REFERENCIA2a));
    }
    if(REFERENCIA2a>255){
        EEPROM.put(2,255);
        EEPROM.put(3,int(REFERENCIA2a-255));
    }
    //-----para la referencia 3-----
    REFERENCIA3a=REFERENCIA3*100;
    if(REFERENCIA3a<255 || REFERENCIA3a==255){
        EEPROM.put(4,0);
        EEPROM.put(5,int(REFERENCIA3a));
    }
    if(REFERENCIA3a>255){
        EEPROM.put(4,255);
        EEPROM.put(5,int(REFERENCIA3a-255));
    }
}

```

```

//-----almacenado de horas y minutos -----//
EEPROM.put(6,HORA_INIF1);// en el registro 6 se está almacenando la hora de inicio 1
EEPROM.put(7,HORA_INIF2);
EEPROM.put(8,HORA_INIF3);

EEPROM.put(9,MIN_INIF1);// en el registro 9 se esta almacenando el minuto de inicio 1
EEPROM.put(10,MIN_INIF2);
EEPROM.put(11,MIN_INIF3);

//----imprimir guardar cuando se presione la tecla D----
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);//para imprimir en la segunda línea
  lcd.print("GUARDADO");
  delay(1000);
}

// -----esto está fuera del if por que siempre se leerán las referencias
directamente de la eeprom-----

REFERENCIA1F=(EEPROM.read(0)+EEPROM.read(1));// aquí se está recuperando el valor
original de referencia 1 mediante la suma de sus partes
REFERENCIA1FF=(REFERENCIA1F/100);// aquí se lo está obteniendo en decimal como era
originalmente, esta variable contiene la referencia 1 almacenad en la eeprom

REFERENCIA2F=(EEPROM.read(2)+EEPROM.read(3));
REFERENCIA2FF=(REFERENCIA2F/100);// referencia 2 almacenada en la eeprom

REFERENCIA3F=(EEPROM.read(4)+EEPROM.read(5));
REFERENCIA3FF=(REFERENCIA3F/100);// referencia 3 almacenada en la eeprom

//=====reseteo del Arduino al presionar #
=====//
  if(TECLA=='#'){
    digitalWrite(pin_reset,1);
  }
  else{
    digitalWrite(pin_reset,0);
  }

```

```

//.....control del motor.....//
PID_error = (REFERENCIA - PESO)+0.01228;
PID_p = 0.01*kp * PID_error;
PID_i = 0.01*PID_i + (ki * PID_error);
//For derivativa we need real time to calculate speed change rate
timePrev = Time;           // the previous time is stored before the actual time read
Time = millis();           // actual time read
elapsedTime = (Time - timePrev) / 1000;
//Now we can calculate the D value
PID_d = 0.01*kd*((PID_error - previous_error)/elapsedTime);
//Final total PID value is the sum of P + I + D
PID_value = PID_p + PID_i + PID_d;
//We define PWM range between 0 and 255
if(PID_value < 0)
  { PID_value = 0; }
if(PID_value > 255)
  { PID_value = 255; }
//Now we can write the PWM signal to the mosfet on digital pin D3
//Since we activate the MOSFET with a 0 to the base of the BJT, we write 255-PID value (inverted)
previous_error = PID_error; //Remember to store the previous error for next loop.
//Refresh rate + delay of LCD print
//.....activacin del motor por reloj.....
if(a==EEPROM.read(6) && b==EEPROM.read(9) &&c==0){//cuando llegue a la hora de encendido
  REFERENCIA=REFERENCIA1FF;
  FACTOR_ON=1;
}
if(a==EEPROM.read(7) && b==EEPROM.read(10) &&c==0){
  REFERENCIA=REFERENCIA2FF;
  FACTOR_ON=1;
}
if(a==EEPROM.read(8) && b==EEPROM.read(11) &&c==0){
  REFERENCIA=REFERENCIA3FF;
  FACTOR_ON=1;
}
if(PESO>=REFERENCIA){
  FACTOR_ON=0;
}
if(FACTOR_ON==1){
  analogWrite(pin_pic,255);//envía una señal de alto para el led de encendido o alarma
  delay(5);
  analogWrite(pin_pic,0 );
}
else{
  analogWrite(pin_pic,0);
}
analogWrite(PWM_pin,255-(FACTOR_ON*PID_value));
delay(5);

```

Anexo 3 plano p&id

