



**Implementación de un prototipo para control automático de dotación de alimento
canino dirigido a albergues de animales**

Mullo Naranjo, Carlos Daniel

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Automatización e
Instrumentación

Ing. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana

Agosto del 2021

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, “**Implementación de un prototipo para control automático de dotación de alimento canino dirigido a albergues de animales**” fue realizado por el señor **Mullo Naranjo, Carlos Daniel** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 17 de agosto 2021

Firma:



Firmado electrónicamente por:
LUCIA ELIANA
GUERRERO
RODRIGUEZ

Ing. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana

C. C: 0501878649

Reporte de verificación



Document Information

Analyzed document	MONOGRAFIA_MULLO_CARLOS.docx (D111436903)
Submitted	8/18/2021 9:42:00 PM
Submitted by	Guerrero Rodriguez Lucia Eliana
Submitter email	leguerrero6@espe.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	leguerrero6.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Proyecto Monica Venegas (5).docx Document Proyecto Monica Venegas (5).docx (D111017029) Submitted by: leguerrero6@espe.edu.ec Receiver: leguerrero6.espe@analysis.arkund.com		4
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS ECUAMATRIZ_JONATHAN FIALLOS_REVISION.docx Document TESIS ECUAMATRIZ_JONATHAN FIALLOS_REVISION.docx (D111150048) Submitted by: jefiallos1@espe.edu.ec Receiver: eacalzaitin.espe@analysis.arkund.com		1
W	URL: https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/9148/1/CB-0527751.pdf Fetched: 8/21/2020 9:24:21 AM		1
W	URL: https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/download/75/55/225 Fetched: 12/16/2020 8:56:55 AM		1
W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/234590921.pdf Fetched: 7/18/2020 10:07:52 PM		1
SA	Cuchipel_LauraA_ProyectoFinal.pdf Document Cuchipel_LauraA_ProyectoFinal.pdf (D87266809)		1
W	URL: https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/639/6/T-ESPE-014423.pdf Fetched: 1/5/2021 9:02:23 PM		4
SA	submission.docx Document submission.docx (D62801079)		1
W	URL: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48792/1/B-CINT-PTG-N.489%20Bnto%20Figueroa%20Jessica%20Marcela%20.%20Maldonado%20Lopez%20Katerinne%20Michael.pdf Fetched: 3/22/2021 1:16:48 PM		1
SA	TESIS Ponce & Pallo.docx Document TESIS Ponce & Pallo.docx (D111436903)		2



Ing. Guerrero Lucía
C.C. 0501878649

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Mullo Naranjo, Carlos Daniel**, con cédula de ciudadanía N° 1726525247, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Implementación de un prototipo para control automático de dotación de alimento canino dirigido a albergues de animales** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 17 de agosto 2021

Firma



Mullo Naranjo, Carlos Daniel

C.C.: 1726525247

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Mullo Naranjo, Carlos Daniel** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Implementación de un prototipo para control automático de dotación de alimento canino dirigido a albergues de animales** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 17 de agosto 2021

Firma



Mullo Naranjo, Carlos Daniel

C.C.: 1726525247

Dedicatoria

A Dios quien ha guiado de sabiduría mi camino durante estos años. A mi abuelito Enrique Naranjo que ahora sé que desde el cielo está cuidándome y llenándome de fuerzas para seguir adelante con los valores que siempre lo caracterizaron y que supo enseñarme para ser una persona de bien. A mi mamá Yolanda Naranjo quien han dado todo por mi para completar una meta más que son mis estudios, por indicarme lo que es la humildad ante cualquier circunstancia y enseñarme que los estudios son lo más importante que una persona puede tener para estar completo en la vida antes de formar una familia, por ser la base de un hogar, por ser padre y madre cuando se trataba de trabajo, por siempre estar atenta de todos los pasos y logros que eh tenido, aunque no todos los momentos han sido felices siempre ha estado ahí brindándome de su apoyo y comprensión, por su sacrificio al poder brindarme un plato de comida a todo momento y brindarme de su amor y cariño cuando siempre lo eh necesitado. A mi papá Carlos Mullo quien es el pilar indispensable para seguir adelante, quien me enseñó a darle frente a la vida y no tomar el camino fácil, por ser la persona quien a lo largo de mi vida ha podido guiarme y enseñado que los estudios son lo más importante en la vida, por ser ese modelo a seguir a pesar de que sus oportunidades han sido limitadas a podido sustentar a su familia y llenar de cariño como él lo sabe hacer, por indicarme desde pequeño que la electricidad y electrónica es una carrera la cual se la puede disfrutar y divertirse. Por darme de su sabiduría y esfuerzo para obtener una carrera y un futuro en lo que resta de mi vida. A mis hermanos Erick y Evelyn, en especial a mi hermano Bryan que le sea de inspiración y guía de que con dedicación y esfuerzo puede cumplir sus metas. A mi tía Elsa que con el trascurso de los años se ha convertido en una segunda madre, una consejera y una amiga con quien contar siempre. A mi primo Sebastián y su familia que es muestra de que, si como persona tenemos un objetivo claro, debemos ir por él hasta vernos como siempre hemos querido.

Agradecimientos

A la Universidad de las Fuerzas Armadas quien gracias a sus docentes totalmente capacitados han podido brindarme de su sabiduría y experiencias de forma que han desarrollado en mi un camino profesional y responsable, como lo es Pablo Pilatasig, Mildred Cajas, Paola Calvopiña, Paola Sandoval, docentes que han dejado en mí una guía para ser un gran profesional lleno de conocimientos y alegre. Gracias por ser parte de mi desarrollo académico y personal.

Como mención especial quisiera agradecer a la Ingeniera Lucía Eliana Guerrero tutora del proyecto quien supo guiarme en mi desarrollo no solo académico sino también profesional y humano, por solventar todas aquellas dudas que se han presentado, por la paciencia y tiempo que me ha brindado en este último proceso de mi carrera universitaria. Gracias por su conocimiento y experiencia que desde ahora me servirá para mi desempeño en el ámbito profesional y laboral.

Tabla de Contenido

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos.....	7
Tabla de Contenido.....	8
Índice de Figuras.....	11
Índice de Tablas.....	13
Resumen.....	14
Abstract.....	15
Introducción.....	16
Antecedentes.....	16
Planteamiento del Problema.....	18
Justificación e Importancia.....	19
Objetivos.....	21
<i>General</i>	21
<i>Específicos</i>	21

Alcance	21
Marco teórico.....	22
Alimento canino	22
Nutrición canina.....	25
Comedero canino.....	26
Automatización	26
<i>Controladores Lógicos Programables (PLC)</i>	<i>27</i>
<i>Microcontrolador.....</i>	<i>28</i>
<i>Sensores.....</i>	<i>29</i>
<i>Actuadores</i>	<i>30</i>
Dispensadores automáticos.....	30
Desarrollo del prototipo de dotación automático	34
Diseño del modelo automático de dotación.....	34
<i>Diseño mecánico.....</i>	<i>35</i>
Selección de la Materia Prima	40
<i>Acero inoxidable</i>	<i>41</i>
<i>Acrílico.....</i>	<i>43</i>
<i>Polietileno.....</i>	<i>44</i>
<i>Tool galvanizado</i>	<i>45</i>
Selección del sistema de Control.....	47
<i>Arduino Uno</i>	<i>47</i>

<i>Servomotor</i>	50
<i>Alarma y Periférico</i>	51
Desarrollo de la programación	51
Ensamble del prototipo para control automático de dotación de comida canino	56
Implementación del control automático para dotación de alimento canino	66
Conclusiones y Recomendaciones	69
Conclusiones	69
Recomendaciones	71
Glosario	72
Bibliografía	74
Anexos	77

Índice de Figuras

Figura 1	<i>Infográfico de división de comida para perros</i>	23
Figura 2	<i>Componentes de un PLC</i>	27
Figura 3	<i>Estructura de un microcontrolador</i>	28
Figura 4	<i>Componentes de un sistema de dosificación automático</i>	31
Figura 5	<i>Maqueta de la tolva de almacenamiento</i>	37
Figura 6	<i>Medidas de la tolva de almacenamiento</i>	37
Figura 7	<i>Tablero de control</i>	38
Figura 8	<i>Modelo del soporte</i>	39
Figura 9	<i>Corrosión del acero inoxidable</i>	42
Figura 10	<i>Placa Arduino Uno</i>	48
Figura 11	<i>Función de estados lógicos</i>	49
Figura 12	<i>Clico de trabajo por modulación de ancho de pulso</i>	50
Figura 13	<i>Cables de conexión para servomotor</i>	51
Figura 14	<i>Librería RTC</i>	52
Figura 15	<i>Funcionamiento del sistema de dotación automática</i>	55
Figura 16	<i>Identificación de medidas</i>	56
Figura 17	<i>Modelo previo al ensamble de la tolva almacenadora</i>	57
Figura 18	<i>Aplicación de silicona a las secciones laminares de acrílico</i>	58
Figura 19	<i>Tolva almacenadora y conducto de salida de comida</i>	59
Figura 20	<i>Adición de silicona entre tolva y conducto dispensador</i>	60
Figura 21	<i>Estructura de aluminio</i>	61
Figura 22	<i>Adición de la tolva dentro de la estructura de soporte</i>	62
Figura 23	<i>Distribución de elementos</i>	63
Figura 24	<i>Programación de la hora de comida</i>	64

Figura 25 <i>Suministro de alimento a la tolva almacenadora</i>	65
Figura 26 <i>Lcd indicando que la hora de comida ha llegado.</i>	65
Figura 27 <i>Resultado del sistema</i>	66
Figura 28 <i>Tablero de conexiones definitivo</i>	67
Figura 29 <i>Alimentación y visualización del sistema</i>	68

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Alimento canino según su característica y nutrientes</i>	24
Tabla 2 <i>Matriz de Decisión</i>	32
Tabla 3 <i>Nomenclatura para el diseño de la tolva</i>	36
Tabla 4 <i>Costo de Materiales</i>	41
Tabla 5 <i>Oxidación del Polietileno</i>	44
Tabla 6 <i>Ventajas y desventajas de la materia prima</i>	46
Tabla 7 <i>Código para el funcionamiento del reloj en tiempo real</i>	53

Resumen

La construcción del presente prototipo fue implementado con la finalidad de proporcionar ayuda y facilitar al personal encargado el suministro de alimento a los canes que forman parte de los diversos albergues. De esta manera se procura que, el control automático para dotación de alimento canino sea factible para el uso de todas aquellas personas que se encuentre en la zona. Este sistema está constituido por una tarjeta Arduino, módulos Lcd, Lcd keypad shield, reloj DS3231, elementos actuadores como bocina y servomotor que permiten alertar el suministro del alimento. La programación fue desarrollada con el objetivo de seleccionar las horas de comida a conveniencia del usuario; por medio del botón "select" se podrá cambiar y escoger el menú y la hora de comida, un botón "UP" permitirá modificar las horas y un botón "right" los minutos respectivamente. El prototipo está constituido de un material que no permite la transmisión de calor hacia la sustancia almacenada dentro de ésta, la estructura que soportará el peso de la tolva almacenadora fue realizado de aluminio resistente a una altura de 120 centímetros del suelo con un espesor de 1 ¼ de pulgada que permite mantener firme al sistema.

Palabras clave:

- **DISPENSADOR CANINO**
- **CONTROL AUTOMÁTICO**
- **DOTACIÓN DE ALIMENTO CANINO**
- **TOLVA**
- **ARDUINO.**

Abstract

The construction of this prototype was implemented with the aim of providing help and facilitating the staff in charge of supplying food to the dogs that are part of the various shelters. In this way, it is intended that the automatic control for the provision of canine food is feasible for the use of all those people who are in the area. This system consists of an Arduino board, Lcd modules, Lcd keypad shield, DS3231 clock, actuator elements such as horn and servomotor that allow alerting the supply of food. The programming was developed with the aim of selecting the meal times at the user's convenience; by means of the "select" button, the menu and the meal time can be changed and chosen, an "UP" button will allow the hours to be modified and a "right" button the minutes respectively. The prototype is made of a material that does not allow the transmission of heat to the substance stored inside it, the structure that will support the weight of the storage hopper was made of resistant aluminum at a height of 120 centimeters from the ground with a thickness of 1 ¼ of an inch that allows the system to stand firm.

Key words:

- **CANINE DISPENSER**
- **AUTOMATIC CONTROL**
- **DOG FOOD SUPPLY**
- **TOLL**
- **ARDUINO.**

Capítulo I

1. Introducción

1.1 Antecedentes

En la actualidad el tener una mascota dentro del entorno familiar se ha convertido en un ambiente lleno de responsabilidad y deber con el mismo, ya que cada día son más valoradas y conforman una parte importante dentro de la familia. Además de brindar diversión y compañía la presencia de estos animales llamados "mascotas" producen un impacto de salud y seguridad mejorando la calidad de vida de quienes las cuidan.

En el caso de los niños según el estudio de la fundación Affinity sobre el vínculo entre los animales y las personas, los primeros conceptos que asocia la mayoría de los niños cuando les preguntan por la relación con su perro o gato son: "cuidar", "alimentar" y "jugar". Estos son los valores de responsabilidad que los animales de compañía transmiten a los pequeños. A medida que los niños van desarrollándose y su perspectiva va cambiando se les puede atribuir diferentes tipos de responsabilidades como son; a un niño pequeño se le puede dar la responsabilidad de proporcionarle comida, tener agua limpia, cepillar o incluso bañarlos, a diferencia de un niño un poco más grande que puede darle paseos.

Para promover el cuidado y bienestar de las mascotas el director de la agencia de atención animal de la Ciudad de México destaca los compromisos de tener una mascota en casa como:

- "Darles de beber agua suficiente. Sus platos en casa deben de estar siempre llenos, con agua limpia y fresca, preferentemente de filtro. Cuando salgan de paseo, llevar un plato portátil y un recipiente con agua para evitar que tomen

agua estancada. • Alimento especial. Debe ser acorde a su edad y características físicas. Consultar con su médico veterinario la cantidad calórica o de gramaje adecuado. • Cobijo necesario. Para que no pasen frío o calor, o se mojen, según cada época del año. • Zona apropiada. Independiente al área que le asigne debe estar en óptimas condiciones y considerar un área para jugar. • Higiene necesaria. Bañarlas o llevarlas a la estética especializada para que las asean; lavarles los dientes, y limpiar sus heces en casa o en lugares públicos, de preferencia con bolistas amigables con el medio ambiente. • Atender su salud. Llevar correctamente su control de vacunas y desparasitación; así como brindarles los cuidados necesarios y facilitarles la medicación que prescriba su médico veterinario, en caso de enfermedades o accidentes. • Considerar la esterilización. Para tener un control de la natalidad adecuado y, al mismo tiempo, prevenir problemas de salud. • Educarlos. Para facilitar su convivencia con otros animales y personas. • Tratarlos bien. Brindarles amor en todo momento, correspondiendo así el que ellos nos dan.” (Esquivel, 2020)

De acuerdo con lo descrito el cuidado de las mascotas en casa es una tarea que no se debe descuidar, es así como, para la implementación de un control automático de dotación de alimento canino se han revisado trabajos que aporten con el desarrollo del prototipo. Los trabajos investigados se exponen a continuación.

Experiencias como la de Padilla Wilma, Pozo Freddy, Gabino Tito, Pesantez Geovanny (2017), con su trabajo de investigación cuyo tema es: “Dispensador automático de alimentos para mascotas”. (Padilla, Pozo, Gabino, & Pesantez Geovanny, 2017). Puso en evidencia que el dispensador de alimento automático es un equipo de gran importancia ya que ayuda a garantizar la porción de alimento diario de mascotas teniendo en cuenta los días de autonomía del equipo para su respectivo

llenado, de igual manera es un dispositivo que no permite que haya desperdicios y en su defecto contaminación.

Experiencias como la de León John, Rueda Daniel (2013), con su trabajo de investigación cuyo tema es: “Dispensador automático de comida para mascotas, programable y controlado remotamente”. (León & Rueda, 2013). El proyecto consiste en el desarrollo de un prototipo que permita al usuario dosificar el alimento a su mascota de manera programada y que se pueda controlar a distancia desde un dispositivo móvil, con el uso de elementos electrónicos y eléctricos dividiéndole en 4 fases de desarrollo.

Noles José, Pillacela Milton (2020), con su trabajo de investigación cuyo tema es: “Desarrollo óptimo de un dispensador automatizado de comida para mascotas domésticas” (Noles & Pillacela , 2020).Puso en evidencia que el objetivo principal del proyecto fue establecer un dispensador de comida para mascotas que sea de fácil uso, controlable de forma directa o automática a través de internet y que su precio sea asequible para la mayoría de los propietarios de mascotas.

Por lo expuesto, las personas que poseen mascotas o sitios que alberguen gran cantidad de animales deben disponer de un sistema de control automático para suministro de alimento canino, para que los animales cuenten con una dotación diaria de alimento, mejoren su nutrición y su aprovisionamiento sea de manera automática facilitando la responsabilidad de los encargados.

1.2 Planteamiento del Problema

El tener una mascota surge del deseo de una persona para sentirse acompañada y segura, de igual manera los albergues fueron creados para adoptar y cuidar a los animales que por descuido de sus dueños fueron abandonados o de ser el caso extraviados; particularmente por diversas ocupaciones de aquellas personas que son las encargadas de suministrar el alimento a las mascotas no cuentan con un

dispositivo de dotación automática para reducir la falta de la misma lo que conlleva a dificultades como:

- Problemas de Nutrición
- Dificultad en el desarrollo natural
- Alto porcentaje de anorexia
- Relación interpersonal dueño-mascota agresiva.

De no solucionarse lo mencionado se mantendrá un alto porcentaje de anorexia en los animales por no contar con un dispositivo que permita la dotación de su alimento automáticamente. Así como, problemas de nutrición, dificultad en el desarrollo e incumplimiento del Reglamento Nacional de Tenencia de Perros que expone obligaciones, prohibiciones y sanciones. (PAE, 2009)

Por lo expuesto es necesario que viviendas y albergues cuenten con un equipo electrónico de dotación de alimento automático para que de manera segura y puntual los animales de compañía cuenten con el suministro de su alimento a horas programadas.

1.3 Justificación e Importancia

En la actualidad el tener una mascota dentro del entorno familiar se ha convertido en un ambiente lleno de responsabilidad y deber con el mismo, ya que cada día son más valoradas y conforman una parte importante dentro de la familia. Además de brindar diversión y compañía la presencia de estos animales llamados “mascotas” producen un impacto de salud y seguridad mejorando la calidad de vida de quienes las cuidan.

Sin embargo, en muchos de los hogares, las mascotas pasan solas mientras los miembros de la familia desarrollan su trabajo, por lo que no se logra provisionarles de alimento en horarios y tiempos que los animales lo requieren, es por esta razón que se considera importante que se implemente un prototipo automático para dotación de alimento canino, el mismo que ayudara a:

- Mejorará la nutrición de los animales de compañía
- Permitirá un correcto desarrollo natural
- Disminuirá el porcentaje de anorexia
- Mejorará en la relación dueño-mascota.

Además, se beneficiarán del presente proyecto las personas que posean animales de compañía y diferentes albergues ya que cumplirán con lo estipulado en el Reglamento Nacional de Tenencia de Perros, los encargados del suministro de alimento podrán realizar diferentes actividades sin preocupación de la dotación de éste, las mascotas contarán con el alimento a horas definidas.

Los resultados brindarán un eficiente y efectivo proceso de mejora en la nutrición de los animales de compañía, así como también mantendrán un ambiente de tranquilidad y obligación en el cuidado de los animales de acuerdo con los reglamentos estipulados.

Por lo mencionado es importante que las viviendas y los albergues dispongan de un control automático de dotación de alimento canino dirigido a albergues de animales.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Implementar un prototipo de control automático para la dotación de alimento canino a domicilios o albergues.

1.4.2 Específicos

- Investigar en fuentes bibliográficas información técnica sobre dispensadores automáticos de alimento para mascotas.
- Construir un prototipo de control automático para la dotación de alimento canino.

1.5 Alcance

El presente proyecto abarca el diseño, elaboración e implementación de un prototipo para el control automático de dotación de alimento canino, dirigido a albergues de animales, siendo este implementado como primera instancia en una vivienda de la ciudad de Quito, beneficiando al personal encargado de los animales de compañía cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento Nacional de Tenencia de Animales. Así como también servirá de fuente de información y de posibles mejoras para todas aquellas personas relacionadas o interesadas en el tema.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1 Alimento canino

Existen diferentes formas de alimentar a un can, ya sea por su raza, tamaño o su edad. En la actualidad existe una gran variedad de guías las cuales explican la elección del mejor alimento para cada mascota con la finalidad de cuidar su salud, la porción recomendada en su día a día y los beneficios que podría presentar en su desarrollo. La alimentación canina comienza desde el agua que toman hasta el alimento procesado que siempre debe estar presente. Un perro bien alimentado podrá desarrollar la cantidad de anticuerpos necesarios de manera que crecerá sano y fuerte ante enfermedades que en su futuro podría presentar, por tal motivo se sugiere a los dueños que mantengan una dieta canina teniendo en cuenta la raza y la edad de la mascota.

El alimento canino para ser equilibrado y balanceado debe contener grasas que es fundamental en cualquier dieta canina, ya que proporciona la energía necesaria para que la mascota se mantenga en una actividad constante. Proteínas que son las necesarias para la elaboración y reconstrucción de tejidos corporales, además que ayuda al correcto funcionamiento del metabolismo. Carbohidratos que proporcionan fibra adecuada para el crecimiento de la mascota. Vitaminas y minerales que son componentes esenciales para el metabolismo del can.

Figura 1
 Infográfico de división de comida para perros



Nota. El infográfico expone las diferencias en calidad y marca de alimento según nutrientes expuesto por el centro de estudios Psico corporales. Tomado de ECOSFERA por Centro de estudios Psico corporales, 2015, Ecosfera.

Tabla 1*Alimento canino según su característica y nutrientes.*

MARCA	ADVANCE	SPECIFIC CANINE	EUKANUBA DAILY CARE
CARACTERÍSTICAS	Fórmula específica para perros con problemas en los huesos	Croquetas digeribles para perros de cualquier edad	Mantiene la musculatura mientras ayuda a reducir la grasa corporal
	Contiene condroitina y vitaminas E, C y K2	Contiene L-carnitina y taurina y zinc	Excelente para el sistema inmunitario
	Excelente relación calidad-precio	Pienso adecuado para perros con diferentes afecciones	Precio asequible para cualquier bolsillo

Nota. La tabla expone la marca de alimento para canes dependiendo las diferentes dificultades en su salud y nutrientes esenciales para un desarrollo controlado. Tomado de *Mejores piensos para perros* por Susana, 2021, Red canina.

- ***El Agua***

El agua es uno de los elementos fundamentales para la vida de todos los seres vivos y más cuando habla de los canes ya que es la fuente de hidratación esencial. Las mascotas no son capaces de beber el agua necesaria a diferencia de los seres humanos que, si la usan en nuestra alimentación y en distintas actividades. La

hidratación de las mascotas va directamente ligada a la actividad física, a la temperatura y a la salud, es por tal motivo que, en verano cuando existe un gran incremento de la temperatura los amigos de cuatro patas necesitan tomar más agua de lo normal evitando una deshidratación no deseada.

Es de considerar que para que una mascota específicamente un perro se deshidrate debe soportar veinte y cuatro horas sin beber agua, tras haber transcurrido las horas ya mencionadas la mascota puede desencadenar una serie de enfermedades que afectan al desarrollo de éste. El agua de grifo en la ciudad de Quito al contener varios minerales, son una fuente indispensable para fortalecer el desarrollo y crecimiento de las mascotas, teniendo en cuenta que el suministro de este líquido vital debe estar presente a todo momento en el lugar en donde se encuentre el can.

2.2 Nutrición canina

Para alimentar a una mascota como primera instancia se debe entender cuáles son las necesidades nutricionales, estas acompañan en su desarrollo y permiten tener una alimentación sana y equilibrada, forman parte de las necesidades nutricionales agua, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales. Dadas las investigaciones en los últimos años se ha podido ampliar el conocimiento acerca de su nutrición y dar a conocer a los propietarios de cada mascota que, además de los nutrientes ya mencionados se debe incluir una cantidad de aminoácidos y ácidos grasos esenciales, ya que estos aseguran una cantidad necesaria de nutrientes. Estas cantidades son diferentes en función de cada mascota y dependen de factores como la raza, género, edad y estado de salud.

2.3 Comedero canino

Un comedero es un almacenamiento donde se vierte la comida de los animales domésticos o de cría. Suelen consistir en cuencos metálicos o de plástico en donde se coloca el alimento de forma periódica para alimentar a cada animal. Existen diversos tipos de comederos caninos dependiendo del tamaño de la mascota.

- **Comedero con obstáculo**, suelen ser de plástico y están dirigidos a canes que sienten la necesidad de comer desesperadamente, provocando a largo plazo problemas gástricos e intestinales, hinchazón, vómitos y obesidad.
- **Comedero de acero inoxidable**, son la mejor opción en comederos ya que no son tóxicos y no están propensos a la corrosión, para la elección de este cuenco es necesario tener en cuenta el tamaño del can ya que si este fuese muy pequeño la comida sobrepasaría los límites y se vería infectado al caer al piso. Comedero con altura, dirigido a canes de raza grande ya que estos se encuentran sujetos a una plataforma ajustable facilitando la digestión de la mascota al no tener que agachar la cabeza para comer.

2.4 Automatización

La automatización es una alternativa que proporciona beneficios y mejoras a problemas que se presentan en la vida cotidiana. Se considera como automatización al proceso de programar y convertir un sistema totalmente manual a uno totalmente fuera del monitoreo de cualquier operador, lo cual reduce tiempo de control de un sistema.

Para la automatización de un sistema es necesario el uso de diferentes elementos como:

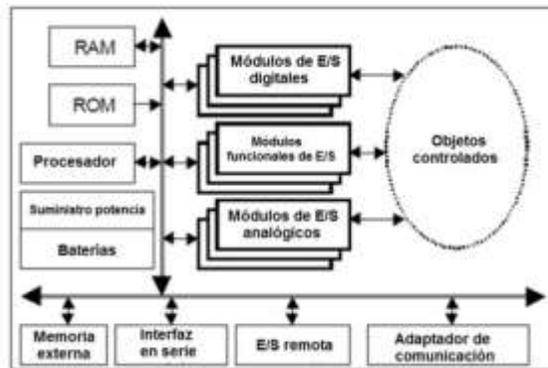
- PLC (Controlador Lógico Programable)
- Microcontroladores

- Sensores
- Actuadores.

2.4.1 Controladores Lógicos Programables (PLC)

Es un dispositivo electrónico programable que es comúnmente utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial. De manera que son guiadas al control de una máquina en línea de fabricación industrial, sin embargo la definición más precisa está dada por la NEMA la cual expresa que un PLC es un Instrumento electrónico, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de E/S analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de proceso.

Figura 2
Componentes de un PLC



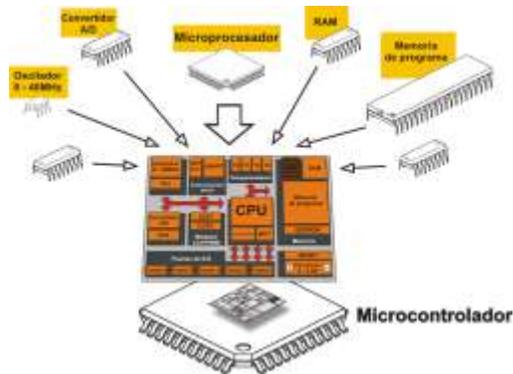
Nota. El gráfico representa la estructura generalizada de un controlador lógico programable, así como también los módulos, procesador, memoria y alimentación de este. Tomado de *Master Degree: Ingeniería de Sistemas* por Ingeniería de Sistemas, 2011, ieec.uned.es.

2.4.2 Microcontrolador

Es un circuito integrado que contiene una unidad de procesamiento llamado (CPU), unidades de memoria (ROM y RAM), puertos de entrada, salida y periféricos. Estos dispositivos electrónicos están diseñados para interpretar y procesar datos e instrucciones en forma binaria.

La representación de datos e instrucciones en forma de bits puede resultar un poco difícil, es por tal motivo que la programación comúnmente utilizada se lleva a cabo en un lenguaje de alto nivel, es decir, en un lenguaje que pueda ser interpretado por el humano, uno de los lenguajes de alto nivel utilizados para realizar instrucciones a un sistema, es el lenguaje en C ya que presenta frases y comandos que son interpretados por una persona.

Figura 3
Estructura de un microcontrolador.



Nota. La figura demuestra los puertos que ocupa un microcontrolador, las memorias y los periféricos que permiten activar o desactivar las salidas digitales. Tomado de *microcontroladores* por Agustín Hernández, 2014, Taller electrónica.

2.4.3 Sensores

Un sensor es un dispositivo electrónico que se encuentra expuesto a los diferentes cambios físicos el cual responde a una salida en otro sistema. La característica de estos dispositivos es convertir la señal adquirida en el cambio físico a una de voltaje analógica medible. Con estos sensores se puede medir diferentes tipos de magnitudes físicas como temperatura, presión atmosférica, ritmo cardiaco e incluso ubicación, entre ellos se encuentran los siguientes:

- Termopares, RTD y termistores dirigidos a la medición de temperatura.
- Calibradores de tensión usados para medir la tensión de un objeto, presión, peso.
- Sensores LDVT usados para medir el desplazamiento de distancia.
- Celdas de carga aptos para medir peso y carga.
- Acelerómetros para medir vibración y carga.
- Micrófonos para capturar ondas de sonido
- Transductores de corriente dirigidos a la medición de corriente AC y CC.
- Transformadores de voltaje para medir potencias de alto voltaje
- Sensores ópticos utilizados para detectar luz, transmitir datos
- Sensores de cámara utilizados para capturar imágenes 2D simples
- Sensores digitales utilizados para accionamiento de diferentes dispositivos a encendido y apagado
- Sensores GPS o de posicionamiento utilizados para capturar posición longitudinal, latitudinal.

2.4.4 Actuadores

Los actuadores generalmente están encaminados hacia la salida de los PLC o microcontroladores ya que cumplen la función de ser activados, son llamados actuadores por crear una acción al elemento por el que están interconectados. Estos dispositivos son clasificados en hidráulicos, eléctricos y neumáticos; los actuadores más utilizados son los eléctricos ya que son conformados por motores, servomotores, bombas, compresores y ventiladores.

2.5 Dispensadores automáticos

En el mercado existe una cantidad de dispensadores automáticos de alimento canino a precios elevados, es por tal motivo que son inaccesible a personas cuya situación no es muy favorable. Debido al elevado precio de este se investigó alternativas factibles para el desarrollo de un dispensador automático de alimento canino que, se encuentre en la posibilidad de adquisición de diferentes dueños e incluso de albergues que presenten una gran cantidad de canes que alimentar.

Como alternativas de implementación se han presentado las siguientes.

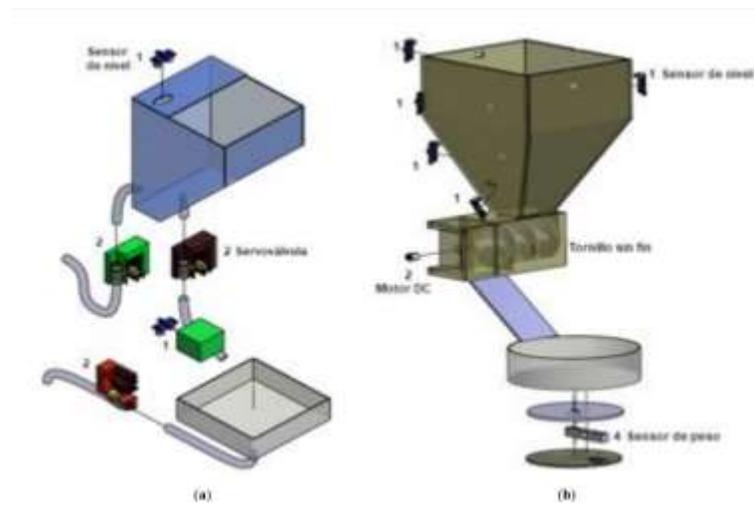
1. Dispensador de alimento con mecanismo de compuerta tolva, la cual por medio de un tiempo definido y con ángulo de apertura, la cantidad de alimento a la salida será la necesaria y balanceada. El dispensador es activado por un motor eléctrico alimentado a 12 voltios que, por medio de una polea accionada por parte del motor en un tiempo determinado accionará la compuerta de apertura y cierre para encaminar la cantidad de alimento que será el requerido.
2. Dispensador de tornillo a la salida de la tolva, este mecanismo es incorporado de forma perpendicular a la caída del alimento. Este dispensador permitirá a través de un tiempo determinado y de acuerdo con la velocidad de giro con relación a

la capacidad volumétrica, se pueda suministrar el alimento requerido en cantidades balanceadas. Presenta acoplado un motor eléctrico al eje para lograr la velocidad de giro adecuado a las aspas del tornillo sin fin.

3. Dispensador de paletas, aspas que giran sobre un eje horizontal acoplada al final de la tolva, permitirá que al giro de cada aspa se suministre un volumen de alimento calculado por medio del giro. Es implementado con un motor a pasos que permitirá por giros de acuerdo con un ángulo determinado que las aspas giren. El motor podría estar acoplado directamente al eje o en su defecto a una compuerta.

Todos los mecanismos antes mencionados podrían estar acoplado a cualquier sistema de control automático que, requiera de una compuerta de apertura o cierre, controladores lógicos programables o incluso microcontroladores. De igual manera diferentes actuadores que permitan suministrar del alimento sean eléctricos, neumáticos e hidráulicos.

Figura 4
Componentes de un sistema de dosificación automático.



Nota. Esta figura muestra los distintos elementos existentes en el sistema de dosificación automático. Tomado de *Monitoreo y control remoto de un dispensador de alimento para mascotas basado en IoT* por Aguilar Álvarez, 2021, Revista de Investigación en Tecnologías de la Información (RITI).

Tabla 2
Matriz de Decisión.

Alternativas \ Criterios	Compuerta tova	Tornillo sin fin	Paletas/aspas
Complejidad mecánica	4	6	4
Complejidad sistema de control	5	7	3
Funcionalidad	3	7	6
Costos	5	7	5
Total	17	27	18

Nota. La tabla expone las alternativas y criterios tomados para la elaboración de un mecanismo fácil de controlar y de un diseño mucho más compacto.

Según la matriz de decisión y considerando los criterios señalados se propuso elaborar un prototipo que se encuentre al alcance de toda persona y que su funcionalidad sea la esperada de forma que no presente inconvenientes al personal encardado por la dificultad de programación o si existiese alguna falla en la parte electrónica.

Una vez seleccionado el método a desarrollar se identificó que alimento será el indicado para el suministro a la mascota debidamente calculado a la estructura de la tolva. Es preciso indicar que el presente desarrollo de control automático podría ser mejorado dependiendo a la necesidad de la persona que desee adquirirlo.

El proceso de suministro de alimento comenzará con el abastecimiento del balanceado dentro de la tolva que, por medio de una programación por parte de la tarjeta de desarrollo Arduino Uno y un circuito electrónico de forma automática encenderá un motor paso a paso moviendo así una compuerta que permitirá el paso del alimento por un tiempo determinado la cantidad necesaria para una buena nutrición del can.

Capítulo III

3. Desarrollo del prototipo de dotación automático

3.1 Diseño del modelo automático de dotación.

Una vez determinado el sistema de dotación automático que será empleado para el presente proyecto, se procederá a realizar los cálculos y dimensiones pertinentes para la elaboración del contenedor de comida para el diseño del prototipo.

Tomando en cuenta reseñas señaladas en los capítulos anteriores relacionadas a la forma que se debe alimentar a un can, es indispensable adoptar la medida de altura del recipiente de alimento, para que este no se encuentre a nivel del suelo y su proceso de alimentación sea el correcto beneficiando su digestión. Para lograr lo mencionado es importante realizar un cálculo de alturas que permitan identificar la altura necesaria en la que el recipiente deberá localizarse para cumplir el objetivo, de forma que se deberá señalar de acuerdo con el tamaño de la mascota la altura requerida, siendo una referencia el pecho de este.

Debido a que el presente prototipo será implementado en una vivienda de la ciudad de Quito, se procedió a tomar la medida de la altura de la mascota para determinar la localización del recipiente, como resultado se determinó que el recipiente de alimento será ubicado a 25 centímetros del suelo, el cual permitirá una mejor alimentación de la mascota, de igual manera se identificó que la mascota presenta desesperación por alimentarse y como fue mencionado en el capítulo anterior “comederos caninos” se estableció que el prototipo presentará un recipiente de alimento con obstáculos de forma que este evitará que la ingestión del alimento sea inadecuado y permitirá un proceso de alimentación más lento.

Determinada la altura a la que el recipiente de alimento está ubicada se procede a determinar el volumen de alimento que la tolva será capaz de almacenar, la cantidad esperada para que un suministro sea de la manera más automática posible es 3500 gramos de balanceado aproximadamente, programando el tiempo de apertura de la compuerta se estima que la cantidad de alimento suministrada sea de 250 gramos por porción, tomando en cuenta el tamaño de la mascota y la cantidad de nutrientes que deberá ser proporcionado. Debido a la cantidad de alimento se especificó que la dotación de alimento para que cumpla con los requerimientos sugeridos por el equipo veterinario HAPPETS será de dos veces al día durante los 7 días de la semana.

Se ha considerado que por la caída del alimento se tome en cuenta una tolerancia de un 25 por cien del volumen para el recipiente de alimento como lo sugiere Xavier Fernando García Lasso en su proyecto de titulación, de forma que se evite que el alimento se disperse en el exterior. Esto quiere decir que en el suministro de dotación de alimento se le adicionará un 25 por cien más al suministro ya especificado. (García, 2006)

3.1.1 *Diseño mecánico*

Para lograr lo esperado en el desarrollo del prototipo para control automático de dotación de alimento canino se realizó el diseño de cada parte por separado.

- ***Tolva***

A continuación, se determinará las medidas necesarias para la elaboración de la tolva almacenadora de alimento seguido del cálculo de capacidad total a almacenar.

Tabla 3
Nomenclatura para el diseño de la tolva

Nomenclatura	Descripción
Rmax	Ración máxima
d	Número de días
n	Número de raciones diarias
Ct	Capacidad de la tolva

Nota. La tabla describe la nomenclatura que será utilizada para las medidas y posterior diseño de la Tolva.

Como primer paso se determinará la cantidad de alimento que será almacenado en la tolva sin que exista un sobrepeso en el accionamiento del servomotor.

$$R_{max} = 250 \text{ gr.}$$

$$n = 2$$

$$d = 7$$

$$Ct = R_{max} * n * d$$

$$Ct = 3500 \text{ gr}$$

Seguido del cálculo de la capacidad total que deberá tener la tolva almacenadora, se procedió a ingresar la cantidad sugerida a una maqueta de la tolva para tomar referencia y medidas reales.

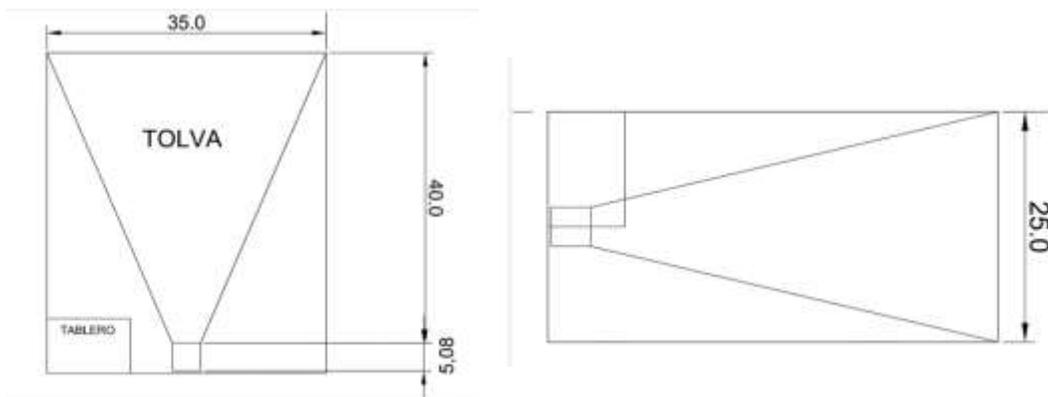
Figura 5
Maqueta de la tolva de almacenamiento



Nota. El gráfico muestra la estructura previa a la obtención de medidas reales para el desarrollo de la tolva.

Una vez realizada las mediciones se procedió a elaborar un diseño que cumpla con el método escogido para el suministro de alimento de manera que el balanceado no presente problemas al salir, el modelo con las medidas reales se realizó en el software AutoCAD en escala de centímetros.

Figura 6
Medidas de la tolva de almacenamiento

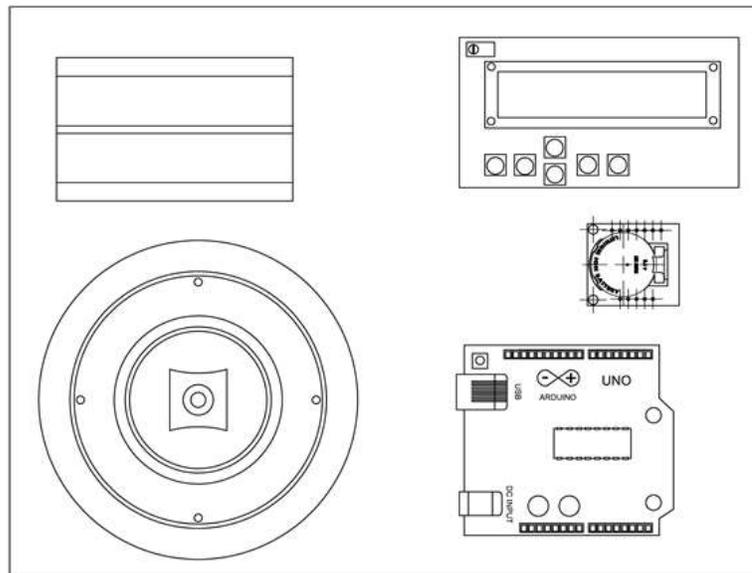


Nota. El gráfico presenta las medidas adecuadas para el almacenamiento de alimento canino en una cantidad total de 3500 gramos.

- **Tablero de conexiones**

En el tablero de conexiones se alojarán los elementos electrónicos tales como la placa de desarrollo Arduino uno, una Protoboard que permitirá la conexión entre los distintos elementos utilizados, una bocina, el periférico de reloj RTC DS3231 y el LCD con selectores para su programación. El presente tablero fue desarrollado en el software AutoCAD, el diseño solo muestra la distribución de los elementos más no su conexión o simbología correspondiente.

Figura 7
Tablero de control



Nota. El gráfico demuestra la distribución de los distintos elementos electrónicos para el funcionamiento del sistema de control automático.

- **Estructura de Soporte**

La construcción del soporte para el prototipo de dotación de alimento automático se dio a cabo mediante un análisis de la mejor opción para que su estructura se encuentre fija y no presente dificultades, se pensó como primera opción la elaboración

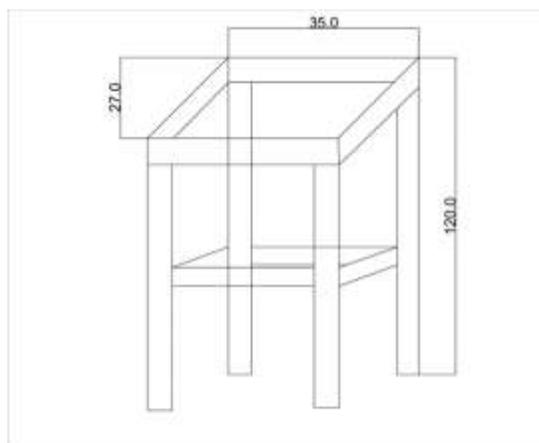
de un mesón en el cual la boca de salida de la tolva se encuentre en la mitad y conectada a un tubo para que el alimento se deslice hacia el recipiente de comida.

Como resultado del análisis se planteó las posibilidades de que al estar expuesta a la intemperie y por el cambio brusco del clima que la ciudad de Quito se ve sometida; es una mala elección para el desarrollo de este, como segunda opción se analizó la posibilidad de implementar un soporte mediante varillas angulares de metal que sujetase el almacenador de alimento de forma que por medio de pernos se lo ajuste proporcionando una mejor estabilidad.

Una vez determinada las posibilidades para el correcto método de soporte para el almacenador de alimento, se determinó como material al aluminio para el desarrollo del soporte contenedor, de forma que se analizó que el material estará ubicado en un lugar en el cual la exposición del sol no es mayor ya que presenta una superficie que cubre la sección en la que va a estar ubicada.

Se especificaron medidas de forma que al momento de implementar el sistema se encuentre a una altura en la que la mascota no pueda alcanzar la comida y no pueda afectar los componentes electrónicos ni mecánicos. El presente diseño del soporte fue realizado con ayuda del software AutoCAD en medidas de centímetros con un espesor del aluminio de 1 ¼.

Figura 8
Modelo del soporte



Nota. El gráfico representa las medidas reales para el desarrollo del soporte que contendrá el almacenador de alimento.

3.2 Selección de la Materia Prima

Hoy en día en el mercado local existe una gran variedad de materiales para la elaboración de recipientes (tolva) o incluso materiales ya ensamblados que facilitan su aplicación, en este caso se seleccionó un material que permita el armado del recipiente por piezas, es decir, de forma laminar. El objetivo de adquirir las piezas de esta forma es que permite realizar los cortes y dobleces que sean necesarios para adaptar el recipiente a los cálculos realizados para el almacenamiento.

Dentro de los elementos a tomar en cuenta para la elaboración del contenedor de alimento fue el acero inoxidable, acrílico y PVC. Se tomó en cuenta las condiciones en las que van a estar sometidos y los posibles problemas que podrían causar al alimento almacenado en la tolva, sea por contaminación u oxidación al momento de ser suministrado. Fue seleccionado el material con el objetivo de cuidar la salud de la mascota.

Para la selección del material en la construcción del prototipo de dotación de alimento canino, se deberá tomar en cuenta los criterios de selección como son el costo del material, la disponibilidad del material, la durabilidad, la facilidad de elaboración, resistencia, la higiene y limpieza. Para empezar la selección del material se siguió un factor importante que es la disponibilidad del material en el mercado y la forma en la que este se lo puede encontrar como se ha especificado, como primer material se encuentra el acrílico seguido del acero inoxidable y el PVC en el mercado local.

Dentro del orden de materiales mencionados el PVC es uno de los materiales que no se lo ha podido encontrar de forma laminar con espesores menores o iguales a

1mm. En razón que este material es utilizado para la elaboración de fundas y rollos plásticos para envases, por lo que su fabricación es únicamente en medidas de micras, de esta forma se puede descartar al PVC como material apto para la elaboración del recipiente almacenador de alimento.

Tabla 4
Costo de Materiales

Material	Dimensiones	Espesor (mm)	Costo (USD)
Acero inoxidable	1.22x2.44	1.00	50.00
	1.22x2.44	1.50	70.00
Acrílico	1.20x2.40	2.00	65.00
	1.00x1.20	2.00	29.00
Poliestireno	1.00x1.50	2.00	25.00
Tool galvanizado	1.22x2.44	1.10	30.21
	1.22x2.44	1.40	39.83

Nota. La tabla representa los diferentes costos de los materiales disponibles para la elaboración del prototipo de dotación de alimento automático.

3.2.1 Acero inoxidable

Es una aleación de hierro y carbono siempre y cuando el carbono se encuentre a 2 por cien, es un material ferroso ya que su componente principal es el hierro y su fabricación como lo es en todos los materiales de este tipo se encarga la industria siderurgia. La composición de este material es el aluminio, cobre y plata añadido una

porción de cromo, con esta aleación se evita una oxidación o corrosión del acero ya que el cromo contiene una gran cantidad de oxígeno la cual reacciona con él, impidiendo que continúe un ingreso al material.

- **Factores que influyen en la corrosión**

En la figura número 9 se expone los factores que influyen en la corrosión del acero inoxidable y sus diferentes reacciones.

Figura 9
Corrosión del acero inoxidable



Nota. El gráfico representa las distintas combinaciones y aleaciones que el acero posee proporcionando mayor resistencia y durabilidad. Tomado de *Mapa de corrosión del acero inoxidable* por IMINOX, 2020, IMINOX.

- **Propiedades del acero inoxidable**

Las propiedades que el acero inoxidable presenta varían dependiendo de las aleaciones a las que este material sea sometido, las más considerables al realizar un análisis son las siguientes.

- Resistencia a la corrosión y oxidación.
- Resistencia al calor.
- Fácil fabricación y limpieza.
- Bajo coste.
- Biológicamente neutro.
- Buena estética.

3.2.2 Acrílico

Es un termoplástico rígido particularmente transparente, al no presentar un color predominante es posible someterlo a una gran combinación de colores o a su vez aplicarlo completamente transparente. Es un material que, en rangos de transmisión y difusión de luz es el más adecuado para diferentes usos.

Al ser un material maleable no está sustento a la corrosión, es resistente a la intemperie constituyendo que sea un factor importante al momento de implementarlo en situaciones externas, normalmente este material produce una absorción de luz solar para mantener fresco y controlar el daño que el sol pudiera causar a los objetos que se encuentren dentro de éste. (ACRÍLICO Y POLICARBONATO, 2021)

- **Aplicaciones del Acrílico**

A continuación, se presentan las diferentes aplicaciones del acrílico en la industria y en el mercado local.

Rótulos y anuncios: Paneles luminosos, letras tridimensionales, señalizadores, etc.

Publicidad en puntos de venta: Expositores, degustadores, paneles informativos, cajas de luz, etc.

Diseño interior: Accesorios para tiendas, muebles especiales, pantallas de proyección, acristalamiento, etc.

Accesorios arquitectónicos: mobiliario urbano, accesorios de seguridad, paneles acústicos, tragaluces, etc.

Sanitarios: Tinas de baño, platos de regadera, etc.

Transporte: Deflectores, viseras antideslumbrantes / de protección contra el sol, placas vehiculares, portillas y ventanas para barcos, etc.

Industria: Protectores de seguridad para maquinaria, cuadrantes, piezas de alta precisión, etc.

Medicina: Cunas, incubadoras, etc.

3.2.3 Polietileno

Es un material quebradizo que no brinda la resistencia necesaria para ubicarlo en exteriores o a cambios de temperatura, este material por frecuencia debe ser modificado con la finalidad de aumentar su durabilidad y resistencia a cambios fisicoquímicos, en el mercado local se puede encontrar a precios considerablemente bajos y al igual que el acrílico se puede utilizar ya que presenta facilidad maleable y de procesamiento.

Tabla 5
Oxidación del Polietileno

TIPO	CARACTERÍSTICA	EFFECTOS	PROTECCIÓN
TÉRMICA	Auto catalizada	Variaciones del peso molecular. Variación de las propiedades eléctricas. Desarrollo de olor rancio.	Incorporación de antioxidantes

TIPO	CARACTERÍSTICA	EFFECTOS	PROTECCIÓN
		Cambio de color. Degradación de la cadena	
FOTOCATALIZADA	Auto catalizada	Coloración. Deterioro en las propiedades físicas. Perdida de resistencia mecánica. Grietas.	Negro de humo:2%

Nota. La tabla representa los tipos de oxidaciones que puede ocasionar un deterioro del polietileno. Tomado de *Oxidación del polietileno* por Marian, 2011, Tecnología de los plásticos.

3.2.4 Tool galvanizado

Es una clase de material que es considerado por su resistencia media a la corrosión, además de su durabilidad en cuanto se refiere al exterior. Cabe recalcar que sus propiedades no están en la misma altura que el acero inoxidable, este material tiene una resistencia al cambio de temperatura, resistencia mecánica. Es el segundo material con mayor disponibilidad en el mercado local, aunque su dureza no es igual a la del acero sus aplicaciones abarcan diferentes ámbitos, su costo es uno de los más bajos y es eficiente al prestar una facilidad de manejo y ser condescendiente con el ambiente.

Tabla 6
Ventajas y desventajas de la materia prima

MATERIA	VENTAJA	DESVENTAJA
ACERO INOXIDABLE	Alta resistencia en el ámbito estructural y a la intemperie, resistente a cambios bruscos de temperatura, durabilidad y facilidad de manejo	Costo elevado y baja densidad
ACRÍLICO	Buena resistencia al impacto, no se corroe, resistente a cambios bruscos de temperatura, baja densidad y dureza aceptable.	Costo medianamente elevado, no tan buena apariencia al ensuciarse.
POLIESTILENO	Rígido, costo bajo en el mercado, baja densidad, facilidad de manejo y procesamiento.	Quebradizo, baja resistencia, baja durabilidad en exteriores.
TOOL GALVANIZADO	Resistente a la corrosión, resiste a cambios bruscos de temperatura, bajo costo de adquisición, facilidad de manejo	Rígido densidad y durabilidad promedio

Nota. La tabla indica la diferencia en propiedades físicas en la que los materiales son resistentes y aptos para así determinar el adecuado desarrollo del prototipo. Tomado de Diseño y construcción de un modelo automático de comedero para perros adultos entre 8 (ocho) a 12(doce) kg. De peso, alimentados con balanceado guerpo (p. 44) por Xavier García, 2006.repositorio.espe.edu.ec.

Luego de haber realizado el análisis de las ventajas y desventajas de las propiedades de los materiales preseleccionados y tomando en cuenta que el desarrollo del prototipo deberá ser accesible a cualquier persona que lo desee se llegó a la elección del material adecuado, el cual por su resistencia a cambios de temperatura, durabilidad y fácil manejo en el proceso de armado, el acrílico; por lo analizado, es el

material que formará parte del desarrollo del prototipo para control automático de dotación de alimento.

3.3 Selección del sistema de Control.

3.3.1 *Arduino Uno*

Es una Tarjeta de desarrollo electrónica que permite la interacción de salidas/entradas digitales y analógicas, es una placa basada en un microcontrolador ATMEGA el cual brinda la opción de grabar instrucciones en el lenguaje de programación C que utiliza el entorno de Arduino IDE. Posee una interfaz de entrada que permite la conexión entre diferentes tipos de periféricos.

Estos periféricos pueden ser utilizados para enviar datos a la placa embebida dependiendo de la utilidad que se quiera dar, pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos o sensores para dar lectura a señales físicas.

En este caso se ha seleccionado la placa Arduino debido a que proporciona la facilidad que el futuro operador necesitará al momento de llevar a cabo la programación para la dotación de alimento diario, de esta manera si existiese una complicación en el programa o en el suministro los errores sean corregidos lo más pronto posible, debido a que el servomotor seleccionado presenta una capacidad más fuerte, la placa Arduino será alimentada mediante una fuente externa de 5 voltios.

Figura 10
Placa Arduino Uno



Nota. La figura representa un esquema de los pines de conexión de una placa Arduino Uno. Tomado de *ETOOLS* por Cristian Veloso, 2016, Etools.

- **Entradas y Salidas Digitales**

Las entradas y salidas digitales dentro de un microcontrolador, usan una lógica de dos estados tanto como parte eléctrica o para la parte binaria, es decir, que en una lógica eléctrica serán utilizados un estado alto representado por la letra H y un bajo representado por la letra L, por otra parte en una lógica binaria los estados serán sustituidos por ceros y unos de forma que, en un estado alto se denominará un uno lógico y en un estado bajo un cero lógico siendo esta una lógica positiva, en una lógica negativa únicamente se invertirán los estados.

En Arduino para ubicar las entradas y salidas digitales se usaron las siguientes funciones:

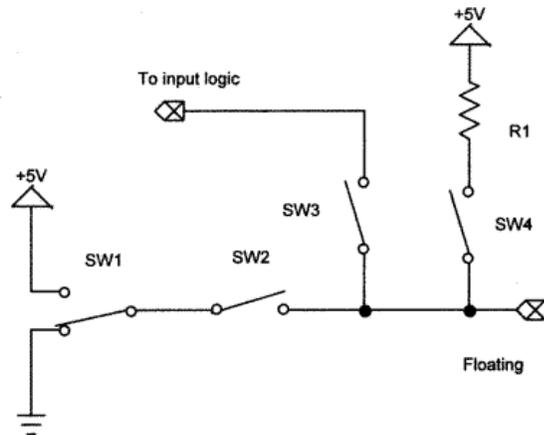
- `pinMode()`: permite la identificación de la variable siendo esta una entrada o una salida.
- `digitalWrite()`: escribe un valor dependiendo del estado requerido siendo este un uno lógico o cero lógico si es configurado como salida y si es

configurado como entrada acciona o bloquea el paso de corriente mediante la resistencia PULL-UP

- `digitalRead()`: lee el valor de uno o cero lógico.

Figura 11

Función de estados lógicos



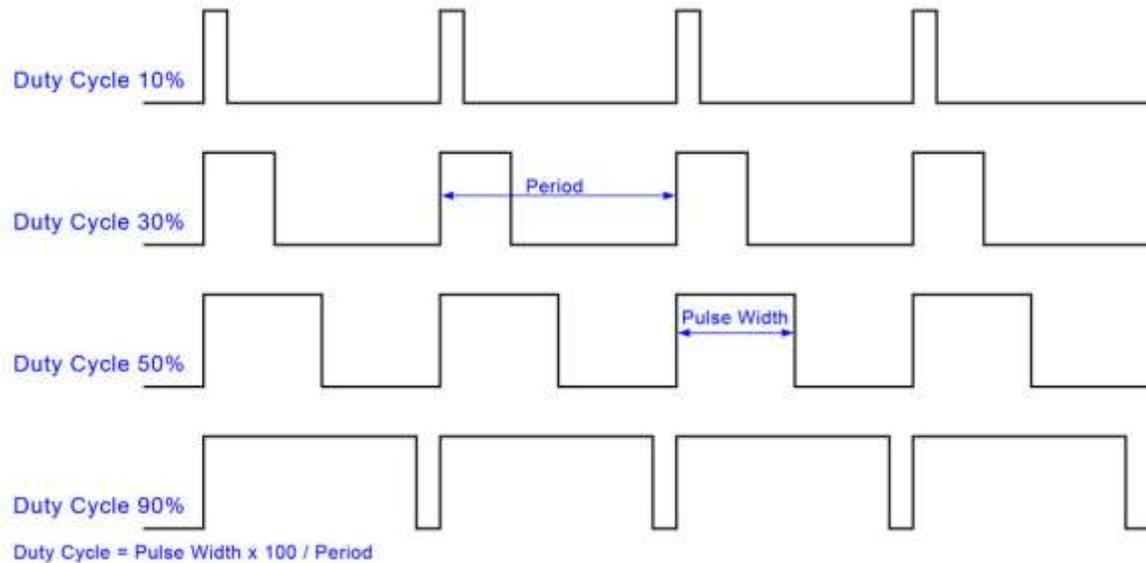
Nota. El gráfico representa la acción que un estado digital puede activar conectándose a elementos de cierre y paso de corriente. Tomado de *Entradas y Salidas digitales por Arduino*, 2017, Aprendiendo Arduino.

- ***Entradas y Salidas Analógicas***

Las placas Arduino son capaces de leer datos únicamente en estado digital por lo que a las lecturas analógicas se las transforma a digitales para que su funcionamiento sea el esperado, en este caso en el Arduino Uno los datos son expresados en un rango de 0 a 1023, expresado de manera digital el valor de cero analógico es representado por B0000000000 y el valor de 5 voltios analógico en digital B1111111111 correspondiente a 1023. En el caso de las salidas analógicas gracias al conversor análogo digital que la placa proporciona se usa una salida por ancho de pulso, es decir, PWM; que es una forma de modificar una señal periódica que se usa para transmitir información o para controlar la energía que es enviada a una carga.

Figura 12

Ciclo de trabajo por modulación de ancho de pulso



Nota. El gráfico representa la modificación del trabajo al momento de enviar información o energía a un actuador. Tomado de *Entradas y Salidas Analógicas por Arduino*, 2017, Aprendiendo Arduino.

3.3.2 Servomotor

Se seleccionó el servomotor mg995 debido a que el peso del dispositivo es ligeramente liviano, su velocidad de respuesta es de 5us y su torque cumple con lo requerido para la apertura de la compuerta de aproximadamente 4 kilogramos y proporcione 200 gramos por porción. El servomotor estará localizado a la salida de la tolva sujeta a un pequeño tablero que contendrá los demás elementos electrónicos. Será el elemento indispensable para la apertura de la compuerta ya que mediante la programación del sistema de dotación mediante un ángulo específico la compuerta dará paso a la cantidad de comida requerida.

Figura 13
Cables de conexión para servomotor



Nota. El gráfico especifica los cables que deberá ser conectado a la entrada analógica y a la alimentación. Tomado de *Servo de alta velocidad*. Copyright © 2017 – 2021 por JULPIN Electrónica.

3.3.3 Alarma y Periférico

Una vez seleccionado el elemento de control y actuador para el prototipo de dotación de alimento automático, se acopla al circuito electrónico el medio por el cual se va a especificar la hora de suministro de alimento además de que una bocina permitirá indicar que el alimento ya ha sido puesto en el recipiente canino. De este modo el encargado programe las horas a las que el sistema va a dotar de alimento a la mascota mediante una pantalla LCD con botones selectores, un mensaje será proporcionado a la hora de comida y la bocina emitirá un sonido dando la alerta de que el alimento será servido.

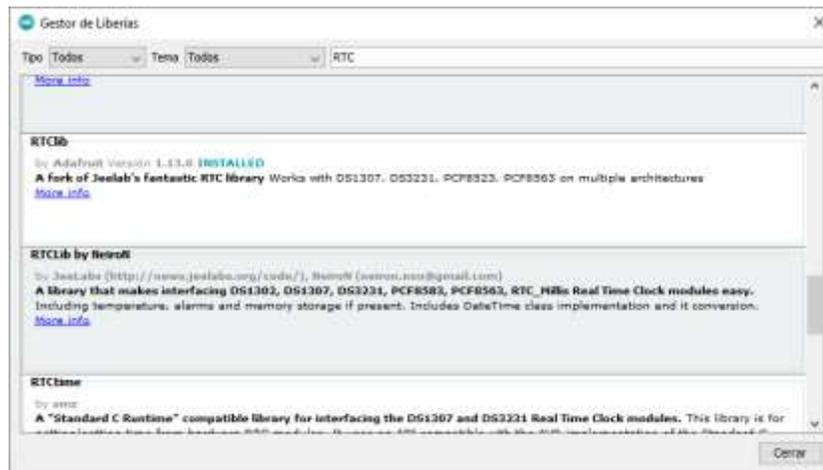
3.4 Desarrollo de la programación

Para el desarrollo de la programación para el sistema de control automático se realizó mediante el programa IDE de Arduino, este software es propio de la placa la cual permite una sincronización más real con el sistema, debido a que se utilizó una librería

RTC DS3231 que permite mantener la hora local en tiempo real, fue necesario la instalación de ésta, ya que no formaba parte del paquete de instalación original.

Para realizar la instalación de la librería de tiempo real CLOCK, dentro del software de Arduino en la sección de programa se deberá escoger “añadir librería”, se desplegará una nueva ventana que permitirá buscar la librería que se requiere, en el buscador se escribe el nombre de la librería y se selecciona el desarrollador que es más efectivo y que se encuentre en su última versión.

Figura 14
Librería RTC



Nota. El gráfico indica la librería que se deberá instalar para el correcto funcionamiento del reloj y del sistema automático.

Una vez descargada la librería se procedió a la incorporación del código del programa que activará el reloj en tiempo real para la programación de las horas que será suministrado el alimento.

Tabla 7*Código para el funcionamiento del reloj en tiempo real*

Código	Descripción
#include <Wire.h>	
#include "RTClib.h"	Esta sección de la programación para la activación del módulo reloj incluyen las librerías de fecha y hora.
RTC_DS3231 rtc;	
<pre>void setup() { rtc.begin(); rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__))); DateTime now = rtc.now(); printDate(now); }</pre>	En la primera sección del programa, se indica el inicio del proceso ajustando automáticamente la fecha y la hora por única vez debido a que se sincroniza con la computadora y no es necesario una nueva sincronización.
<pre>void loop() { } void printDate(DateTime date) { Serial.print(date.year(), DEC); Serial.print('/');</pre>	En esta sección del programa se detalla la velocidad en la que la fecha y hora se irán actualizando, de tal forma que se

Código	Descripción
<pre> Serial.print(date.month(), DEC); Serial.print('/'); Serial.print(date.day(), DEC); Serial.print(" "); Serial.print(date.hour(), DEC); Serial.print(':'); Serial.print(date.minute(), DEC); Serial.print(':'); Serial.print(date.second(), DEC); Serial.println(); } </pre>	<p>especificó que su actualización será ejecutada cada segundo para así poder tener datos reales.</p>

Nota. La tabla especifica los pasos de programación en el módulo reloj de forma que se pueda obtener datos reales y específicos.

Como se describió en la tabla anterior después de establecer la función del periférico de reloj, se procedió al desarrollo del programa principal en el cual se detallará las funciones de programación y selección de horas para el abastecimiento de alimento, alertas y activación del servomotor.

Como primera parte el prototipo para control automático de dotación de alimento contará con una tolva de almacenamiento que tendrá una capacidad máxima de 3500

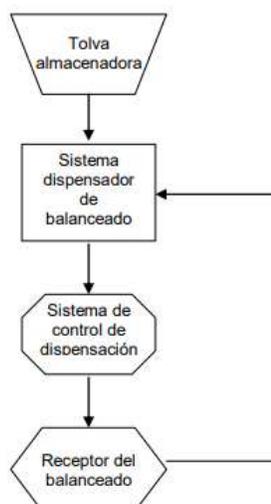
gramos de balanceado canino, de tal forma que al estar lleno se podrá observar que el sistema de control se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento.

Mediante una compuerta de accionamiento ubicada horizontalmente a la salida de la tolva y en medio de un tubo PVC, el servomotor mediante su ángulo de apertura permitirá que la compuerta se abra, por lo que se logrará que el alimento salga de la tolva por un tiempo determinado y gracias a la gravedad llegue al recipiente de alimento de la mascota. La apertura de la compuerta estará especificada por 5 segundos dando así lugar a la porción de alimento adecuada y determinada anteriormente con los 250 gramos por ración de comida para la mascota, además de proporcionar los nutrientes que necesita para mantener una salud plena.

Una vez dispensada la cantidad de alimento necesaria, esta se encontrará en el recipiente de comida especificada anteriormente como es el comedero con obstáculos. Al terminar el suministro la placa Arduino emitirá una señal que interrumpa la acción del servomotor y envíe un mensaje al LCD como alerta de que la comida ya ha sido servida, además de una bocina que mediante la emisión de sonido indicará el proceso de dotación de alimento. La placa estará alimentada por una fuente externa de 5V conectada a 110V.

Figura 15

Funcionamiento del sistema de dotación automática



Nota. El gráfico representa las partes que integra el sistema de control automático para la dotación de alimento canino.

3.5 Ensamble del prototipo para control automático de dotación de comida canino.

Para la implementación del sistema automático de dotación de alimento, se realizaron los cortes de forma laminar de las cuatro piezas del material acrílico, cada una con sus medidas correspondientes para permitir la acumulación de los 3500 gramos de balanceado de mascota, con el objetivo de facilitar el armado de la tolva por medio del corte se especificó un conducto de salida de comida de 2 pulgadas, adicional un tubo de PVC de 2 pulgadas y un codo que será acoplado para permitir el deslizamiento de la comida hacia el recipiente alimentador de comida.

Figura 16
Identificación de medidas



Nota. el gráfico representa la identificación de las medidas para realizar el corte de los laminas de acrílico.

Una vez realizado los cortes correspondientes a 35 centímetros de largo y 27 centímetros de ancho con una altura de 40 centímetros, se procedió a colocar las piezas para formar la estructura de la tolva mediante una cinta fuerte de forma que permita su posterior fijación.

Continuando con el ensamblaje de la tolva almacenadora, se procedió a preparar la silicona que permitirá la fijación de las piezas de manera que resista los cambios de temperatura y la capacidad total de balanceado de la mascota.

Figura 17

Modelo previo al ensamble de la tolva almacenadora



Nota. El gráfico presenta la unión de las láminas de acrílico mediante cinta de modo que permita la fijación de cada pieza.

Una vez preparada la silicona y armado el recipiente almacenador de alimento canino, se procedió a la fijación de las láminas de acrílico con sellante especial termorresistente el cual presenta la capacidad de soportar el peso requerido. Para armar el recipiente se colocó los pedazos laminares de acrílico estructurándolo tal y como fue prediseñado, la silicona fue aplicada en la parte interna con una pistola

especial y con una cantidad considerable para asegurar que ambas superficies de cada lado se mantengan fuertes.

Al terminar el pegado de las cuatro piezas laminares asegurando que se encuentren firmes, se procedió a diseñar la boquilla de salida formando una apertura de 5.08 centímetros. Dentro de esta salida será acoplado un tubo PVC para su posterior suministro de alimento.

Figura 18

Aplicación de silicona a las secciones laminares de acrílico.



Nota. El gráfico presenta la aplicación de la silicona que permitirá la fijación de las láminas de acrílico de manera que desarrolle dureza y durabilidad.

Continuando con la implementación del prototipo de alimentación automático, pasado cuatro horas aproximadamente, la silicona se endureció y permitió mantener la estructura fija y resistente por lo que se procedió a incorporar las piezas de salida de la tolva para mantener una constante cantidad de alimento adecuado al momento de suministrar la porción diaria.

Una vez terminada por completo la estructura almacenadora se añadió el conducto por el que el alimento se va a deslizar hasta llegar a su recipiente, fue añadido un tubo PVC de 2 pulgadas a la salida de la tolva. Para este proceso se calentó el tubo de manera que se transforme en un material maleable de tal manera que el tubo sea incorporado a comodidad y gusto del solicitante, en este caso el tubo fue incorporado por dentro de la tolva de modo que forme un límite inferior para que la comida no se retenga.

Figura 19

Tolva almacenadora y conducto de salida de comida



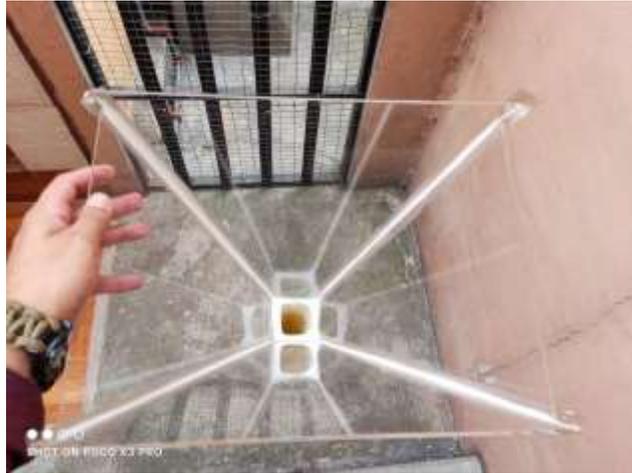
Nota. El gráfico presenta el recipiente almacenador de alimento canino (Tolva) y el conducto por el cual el alimento será deslizado y suministrado.

Al terminar el acople del tubo PVC se continuó con la fijación de las dos secciones del sistema de dotación de alimento Tolva y conducto, mediante silicona y cinta taípe para mantener la tolva estable y que no presente movimiento antes de ser fijada, se colocó una cantidad considerable de silicona para rellenar toda la sección en la que el tubo va a estar localizado, con ayuda del dedo se moldeó toda la sección hasta

que presente un estado lizo y sin grumos, se limpió y se la dejó en reposo para la solidificación de la silicona.

Figura 20

Adición de silicona entre tolva y conducto dispensador



Nota. El gráfico indica la unión mediante silicona industrial entre la tolva almacenadora de alimento y el conducto por el cual el alimento va a ser suministrado

Continuando con la elaboración de la estructura de soporte, se procedió a dar las medidas en centímetros para la base de la estructura tomando en cuenta el peso máximo que puede llegar a conformar el sistema almacenador de alimento, una vez determinado la capacidad máxima se procedió a la elaboración del soporte con aluminio y un espesor de 1 ¼.

La estructura estará conformada por 120 centímetros de altura con un ancho de 37 centímetros y una profundidad de 27 centímetros de tal manera que la tolva se ubique sobresaliendo de la estructura a 5 centímetros.

Figura 21
Estructura de aluminio



Nota. El gráfico representa la estructura de aluminio donde la tolva estará ubicada para almacenar el alimento.

Una vez realizada la estructura se procedió a incorporar la tolva almacenadora dentro de esta para verificar la estética, el modelo mecánico y la distancia a la que el tubo PVC deberá ser cortado para posteriormente dotar de alimento.

La tolva será pegada a la estructura de aluminio mediante silicona industrial la cual permite que los materiales que actúen sobre esta se mantengan proporcionando estabilidad y firmeza de cada elemento.

Figura 22

Adición de la tolva dentro de la estructura de soporte



Nota. El gráfico representa la posición en la que va a estar ubicada la tolva y la distancia que deberá ser cortado el tubo PVC.

Una vez obtenida la estructura completa del sistema de dotación de alimento, se procedió a la organización de los elementos de control automático que permitirán dar una alarma como medio de aviso de que el alimento se está suministrando dentro del recipiente de comida de la mascota, los elementos estarán localizados dentro de una estructura rectangular la cual permitirá una división ordenada de los elementos de acción, control y alarma.

El Arduino se localizará en la parte inferior derecha de modo que permita la distribución del cableado hacia todos los elementos y que el cable de alimentación externo sea fácil de conectar. La Protoboard se localizará en la parte superior ocupando toda la sección horizontal para mantener por separada las conexiones hacia los otros elementos, la bocina se localizará en la parte inferior izquierda produciendo un eco en su sonido debido a que la superficie es ligeramente amplia de manera que permitirá que la mascota la escuche al mismo tiempo que el alimento se esté suministrando. El

módulo reloj estará ubicado junto a la placa Arduino facilitando la alimentación de esta mediante una pila de 3.3 voltios.

Figura 23

Distribución de elementos



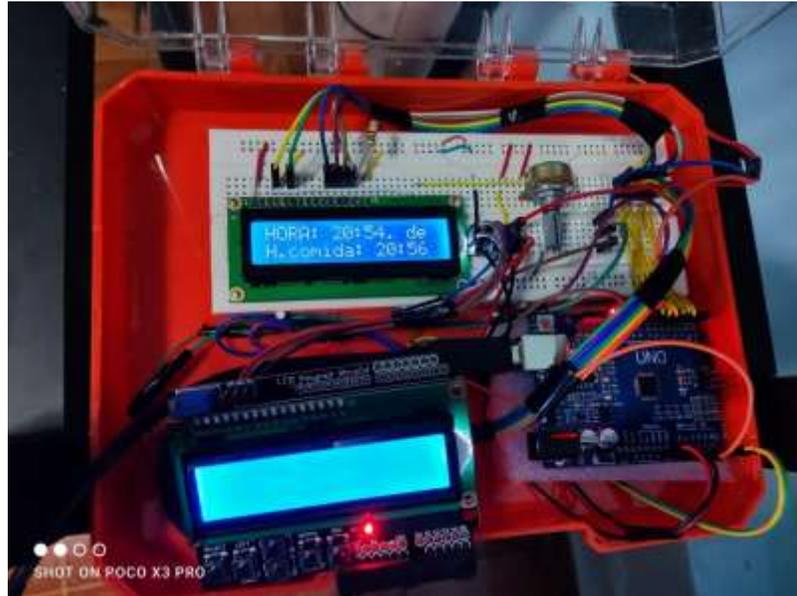
Nota. El gráfico presenta la distribución de los elementos electrónicos para el funcionamiento del sistema automático de dotación de alimento.

Una vez realizada las conexiones con todos los elementos dentro del tablero, se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento por separado. Estas pruebas se las llevó a cabo en dos partes, como primera instancia se verificó el funcionamiento de la programación mediante los botones selectores y la visualización del accionamiento del servomotor y de los datos como es la hora actual y la hora de dotación de comida.

El método de programación se lo realizó mediante la selección de botones ubicados debajo de la pantalla lcd, al presionar por dos segundos el botón izquierdo se direccionará al siguiente modo propuesto en el código principal que es el de selección de hora de comida, en este menú se podrá aumentar o disminuir las horas y minutos mediante los botones ubicados a la mitad de la sección del módulo de forma que se pueda especificar la hora de comida requerida.

Figura 24

Programación de la hora de comida



Nota. El gráfico indica la hora de programación para la dotación de alimento automático.

Se utilizó un módulo lcd adicional debido a que el contraste del módulo keypad shield era muy bajo y no permitió la visualización de los mensajes seleccionados.

Una vez programada la hora de activación del servomotor se procedió a suministrar de alimento canino a la tolva de almacenamiento, únicamente se proporcionó de una cantidad ideal para llenar el recipiente de comida de la mascota. Para obtener una firmeza entre la tolva almacenadora de alimento y el tubo PVC se colocó una lámina de acrílico en la mitad de la estructura de aluminio.

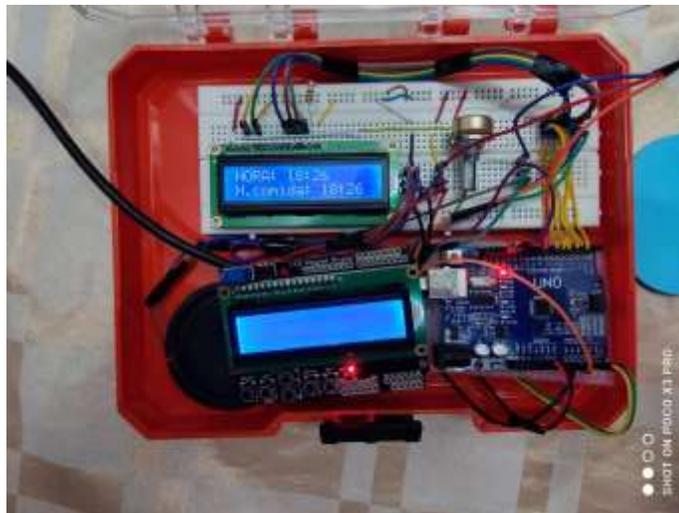
Figura 25
Suministro de alimento a la tolva almacenadora



Nota. el gráfico indica la cantidad de alimento seleccionado y la primera prueba de funcionamiento del sistema de dotación de alimento automático.

En la primera prueba especificada la hora de alimento a las 20:56 pm el módulo lcd indicará la preparación del alimento y sonará la bocina indicando que la comida está siendo servida.

Figura 26
Lcd indicando que la hora de comida ha llegado.



Nota. El gráfico representa la programación indicada para la dotación de alimento automático.

Terminado el accionamiento de la bocina y del mensaje de que la comida está siendo preparada, el servomotor se accionará dando paso al alimento mediante una compuerta de tipo aleta que, mediante la apertura a 90 grados permitirá que el alimento se deslice por el tubo PVC hasta llegar al recipiente de comida de la mascota.

Figura 27

Resultado del sistema



Nota. El gráfico indica el resultado de los pasos para el sistema de dotación de alimento canino automático

Una vez que el balanceado se encuentre en el recipiente de alimento de la mascota, como programa final en la pantalla lcd se desplegará un mensaje alertando que la hora de la comida ha llegado y con un último sonido por parte de la bocina llamará la atención de la mascota haciéndola llegar hasta su cuenco alimenticio.

3.6 Implementación del control automático para dotación de alimento canino.

Culminada las pruebas de funcionamiento del sistema de control automático, se procedió a realizar la estructura y conexiones definitivas dentro del tablero. Proporcionando al usuario un fácil acceso e identificación de los cables de alimentación y cables de señal en caso de que se produzca alguna falla.

Figura 28

Tablero de conexiones definitivo.



Nota. El gráfico presenta la distribución de los elementos electrónicos que permiten el funcionamiento del sistema de dotación de alimento automático.

La distribución de los materiales se realizó considerando la dimensión de cada uno de los elementos y verificando que sus conexiones no presenten dificultad, en la parte superior se presenta un lcd 16x2 que permitirá la visualización de los mensajes correspondientes para la programación de la dotación de alimento, dos regletas que contiene los cables de alimentación para todos los elementos, 19 borneras que facilitan el puentado de la alimentación con los dispositivos electrónicos, un lcd keypad shield que permite realizar la programación para la dotación de alimento mediante pulsadores, una bocina ubicada en la esquina inferior izquierda que proporciona una alerta de que el alimento está siendo suministrado, un módulo de reloj y un Arduino que permite la distribución de conexiones y mantener la hora real para su respectiva programación.

Figura 29

Alimentación y visualización del sistema.



Nota. El gráfico indica la hora actual y la hora en la que ha sido programada la dotación de alimento para la mascota.

Las pruebas de funcionamiento del sistema automático de dotación de alimento para mascotas se visualizan en el **ANEXO B**.

Capítulo IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- La implementación de un prototipo de control para dotación de alimento automático facilita el suministro del balanceado de la mascota, debido a que el presente será implementado en una vivienda de la ciudad de Quito, proporcionará despreocupación en los dueños de la mascota debido a que en la mayoría del tiempo no se encuentran en casa y la mascota presenta falta de alimentación.
- El control de la dotación de alimento será desarrollado mediante una programación que permitirá al usuario programar la hora adecuada que el sistema deberá suministrar del alimento a la mascota, mediante una serie de pulsadores para seleccionar la hora y una bocina para dar alerta de que ya ha sido suministrada.
- El desarrollo del prototipo para control de dotación de alimento canino fue programado mediante lenguaje en C que permite la comunicación directa entre la placa de desarrollo Arduino y los elementos que formarán parte del control y suministro de alimento, además de la obtención de datos de entrada ligados a la hora programada para la dotación de alimento, este podrá controlar los pasos de programación requerida para la toma de horarios de suministro de forma que sea fácil de usar, sencillo de programar y efectivo al proporcionar la cantidad de alimento que deberá ser consumido por parte de la mascota para cuidar su nutrición y sus horas de alimento.
- Este trabajo de titulación está dispuesto a mejoras en la dotación de alimento, programación de horas de alimento y estructura mecánica debido a que fue

desarrollado para una mascota de gran tamaño y para una localización en donde no presenta gran exposición a cambios climáticos ni a humedad.

4.2 Recomendaciones

- Realizar una revisión diaria al módulo LCD y de reloj debido a que su trabajo es en tiempo real existe la posibilidad de desconfiguración en la fecha y hora real, sea este por inestabilidad de la pila alimentadora del módulo o por desconexión de un cable de señal o de alimentación.
- Realizar una limpieza mensual de la tolva almacenadora de alimento y del tubo que permite deslizar el balanceado hacia el recipiente de comida de la mascota debido al polvo existente o a la acumulación de comida que puede generar mal olor y un daño a los elementos acrílicos o plásticos.
- Localizar el tablero de conexiones a una altura considerada de forma que se pueda evitar el alcance de la mascota hacia los elementos que conforman el sistema de control, de tal manera que se podrá evitar un fallo por completo del prototipo y una falta de dotación de alimento a la hora programada dejando así sin su dotación diaria a la mascota.
- Respetar la cantidad de alimento calculada para el almacenamiento de balanceado dentro de la tolva ya que un peso excesivo de alimento dentro de esta puede ocasionar una ruptura de la tolva y un daño severo en el prototipo de dotación de alimento canino.

Glosario

- **CPU.** – Unidad Central de Procesamiento
- **Estados lógicos.** – Representa una tabla de verdad entre 0 y 1 que permite accionar o parar un sistema.
- **IDE.** – Entorno de Desarrollo Integrado, aplicación multiplataforma que permite programación en java.
- **LCD.** – Pantalla de Cristal Líquido.
- **Memoria RAM.** – Es la memoria principal en donde se almacenan todos los datos temporales de un programa que está siendo utilizado.
- **Memoria ROM.** – Memoria únicamente de lectura que almacena instrucciones y datos permanentemente.
- **Periféricos.** – Dispositivo auxiliar independiente que es conectado a la placa base de un proceso o circuito.
- **Procesador.** – Elemento que almacena y contiene toda la información de la CPU.
- **Prototipo.** – Ejemplo del primer modelo de producción o proceso.
- **Puertos I/O.** – Canal de conexión bidireccional entre el hardware y el software.
- **PULL UP.** – Estado HIGH de una resistencia que no permite falsos estados al encontrarse en reposo.
- **PWM.** – Modulación por Ancho de Pulso.
- **Sensores.** - dispositivo electrónico que se encuentra expuesto a los diferentes cambios físicos el cual responde a una salida en otro sistema

- **Sistema Automático.** – Mecanismo controlado remotamente sin intervención de un operador.
- **Tablero.** – Componente principal de un sistema eléctrico – electrónico donde se localizan los elementos que accionan, controlan o regulan un proceso.
- **Tolva.** – Contenedor en forma de cilindro que permite almacenar sustancias granulares o pulverizados.

Bibliografía

ACRÍLICO Y POLICARBONATO. (01 de julio de 2021). Recuperado el 10 de Agosto de 2021, de <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico.html>

AREATECNOLOGÍA. (20 de junio de 2021). *areatecnologia.com*. Recuperado el 03 de agosto de 2021, de areatecnologia.com:
<https://www.areatecnologia.com/materiales/acero-inoxidable.html>

Castillo, A. (2017). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>. Recuperado el 18 de junio de 2021, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8959/1/108T0223.pdf>

Electrónico Estudio. (05 de Febrero de 2019). *Electronicaestudio.com*. Recuperado el 03 de agosto de 2021, de Electronicaestudio.com:
<https://www.estudioelectronica.com/que-es-un-microcontrolador/>

Equipo Veterinario. (25 de MAYO de 2021). *HAPPETS*. Recuperado el 20 de julio de 2021, de HAPPETS: <https://www.happets.com/blog/pautas-de-alimentacion-canina-respondemos-a-las-preguntas-mas-frecuentes/>

Esquivel, C. (09 de Septiembre de 2020). *Milenio*. Recuperado el 14 de julio de 2021, de Milenio: <https://www.milenio.com/estilo/tu-mascota/estas-son-tus-responsabilidades-como-dueno-de-una-mascota>

García, X. (04 de 20006). *Repositorio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*. Recuperado el 25 de junio de 2021, de Repositorio de la Universidad de las

Fuerzas Armadas ESPE:

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/639/T-ESPE-014423.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Ingeniería de Sistemas Industriales. (10 de Junio de 2017). <http://www.ieec.uned.es/>.

Recuperado el 01 de agosto de 2021, de <http://www.ieec.uned.es/>:

http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf

León, J., & Rueda, D. (2013). *DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE COMIDA PARA MASCOTAS, PROGRAMABLE Y CONTROLADO REMOTAMENTE*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.

Mariano. (1 de Junio de 2011). *Tecnología de los Plásticos*. Recuperado el 13 de agosto de 2021, de <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/polietileno-de-alta-densidad.html>

MASSCOTEROS. (31 de Mayo de 2021). *Mascoterros*. Recuperado el 10 de junio de 2021, de Mascoterros: <https://www.mascoterros.com/blog/tipos-de-comederos-para-perros/>

Mercado Libre. (17 de Julio de 2020). *Mercado libre*. Recuperado el 21 de junio de 2021, de Mercado libre: <https://ideas.mercadolibre.com/ar/trending/mejor-alimento-para-perros/>

Noles, J., & Pillacela, M. (2020). *DESARROLLO OPTIMO DE UN DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE COMIDA PARA MASCOTAS DOMÉSTICAS*. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana .

Padilla, W., Pozo, F., Gabino, T., & Pesantez Geovanny. (08 de Mayo de 2017). *Revista Digital*. Recuperado el 15 de junio de 2021, de Revista Digital:
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/75/55>

PAE. (10 de Febrero de 2009). *Protección Animal Ecuador*. Recuperado el 15 de junio de 2021, de Protección Animal Ecuador: <http://www.pae.ec/derecho-animal/legislacion-vigente/>

TEXTOS CIENTÍFICOS. (25 de 08 de 2005). *textosCientificos.com*. Recuperado el 29 de julio de 2021, de textosCientificos.com:
<https://www.textoscientificos.com/polimeros/polietileno/propiedades>

Anexos