



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA**

**DOSIFICADOR DE COMIDA Y BEBIDA  
UTILIZANDO EL CONTRALOR STM 32  
PARA MASCOTAS CANINAS.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniería Electrónica

**AUTOR: PEÑAFIEL ICAZA GLADYS GÉNESIS**

**TUTOR: LENIN ESTUARDO**

**CEVALLOS ROBALINO, PhD**

Guayaquil - Ecuador  
2022

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Gladys Génesis Peñafiel Ycaza con documento de identificación N°  
0950172826 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la  
Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera  
total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 16 de febrero del año 2022

Atentamente

  
\_\_\_\_\_  
Gladys Génesis Peñafiel Ycaza  
0950172825

## CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Gladys Génesis Peñafiel Ycaza con documento de identificación No. 0950172825, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Dosificador de comida y bebida utilizando el controlador STM 32 para mascotas caninas”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Electrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de febrero del año 2022

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
Gladys Génesis Peñafiel Ycaza  
0950172825

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Lenin Estuardo Cevallos Robalino con documento de identificación N° 0603274226, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DOSIFICADOR DE COMIDA Y BEBIDA UTILIZANDO EL CONTROLADOR STM32 PARA MASCOTAS CANINAS, realizado por Gladys Génesis Peñafiel Ycaza con documento de identificación N° 0950172825, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 16 de febrero del año 2022

Atentamente,

Atentamente,

**LENIN  
ESTUARDO  
CEVALLOS  
ROBALINO**

Firmado digitalmente  
por LENIN ESTUARDO  
CEVALLOS ROBALINO  
Fecha: 2022.02.17  
19:54:15 -05'00'

Lenin E. Cevallos-Robalino PhD  
0603274226

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a toda mi familia Gladys María Icaza Montoya que fue un pilar fundamental por su constancia de seguir a delante a Bruno Edgar Peñafiel Reyes por su apoyo en la construcción del proyecto a mis hermano/a Irving Josué Peñafiel Icaza e Ivonne Sheila Peñafiel Ycaza que me apoyaron en todo momento dando sus ánimos y consejos gracias por todo su apoyo y nunca perder la fé en mí.

Dedico también este trabajo a mi novio Jean Carlos González Rugel gracias cariño por ser mi guía en todo momento por tus consejos, motivación y por creer en mí, aunque las cosas se pusieran difíciles, en serio gracias. Te amo.

**Gladys Génesis Peñafiel Ycaza**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios por darme las fuerzas para seguir adelante a mi Familia mi novio por su constante apoyo en todo momento en la elaboración del proyecto.

Gracias a cada una de las personas que formaron parte del proyecto ya sea de forma directa o indirectamente, gracias, por su tiempo y esfuerzo para su culminación. Así mismo expresar mis agradecimientos a todo/as mis maestros que por compartir sus conocimientos.

Eternamente Agradecida.

**Gladys Génesis Peñafiel Ycaza**

## RESUMEN

Año	Alumno	Director de proyecto	Tema de proyecto de titulación
2022	Gladys Génesis Peñafiel Ycaza	Lenin E. Cevallos-Robalino, PhD	“Dosificador de comida y bebida utilizando el controlador STM32 para mascotas caninas”

La decisión de tener un can dentro de una familia implicaría una responsabilidad que se debe tomar en cuenta, como la alimentación, que tiene que ser la cantidad necesaria que el can necesita y así evitar trastornos alimenticios que puedan padecer. La investigación presente tiene como objetivo diseñar y desarrollar un sistema de dosificación automatizado de comida y bebida utilizando un controlador STM32. El dosificador automático tiende a desarrollarse en tres etapas: estructura física, automatización y la creación de una aplicación con dispositivo Android. La estructura física tendrá lugar dos contenedores el primero para la comida y evitar la descomposición y el segundo para el llenado del agua. Para la automatización se utiliza el microcontrolador stm32 que por medio de programación permite la dosificación de comida mediante un servomotor y la dosificación de agua mediante una electroválvula. El sistema autómatas da aviso mediante luces led, si el can ha ingerido cada comida el led no encenderá caso contrario el led se encenderá. Se desarrolla un aplicativo para sistema Android conectado a través de una red LAN la cual es usuario puede acceder de manera remota al dosificador automático.

### ABSTRACT

Year	Students	Technical Project Manager	Item of Project of Thesis
2022	Gladys Génesis Peñafiel Ycaza	Lenin E. Cevallos- Robalino, PhD	“Food and drink dispenser using STM32 controller for canine pets”

The decision to have a dog within a family would imply a responsibility that must be taken into account, such as food, which has to be the necessary amount that the dog needs and thus avoid eating disorders that they may suffer. The present research aims to design and develop an automated food and beverage dosing system using an STM32 controller. The automatic dispenser tends to be developed in three stages: physical structure, automation and the creation of an application with an Android device. The physical structure will hold two containers, the first for food to prevent decomposition and the second for filling water. For automation, the stm32 microcontroller is used, which by means of programming allows the dosage of food by means of a servomotor and the dosage of water by means of an electro valve. The automaton system gives warning by means of led lights, if the dog has eaten each meal the led will not turn on otherwise the led will turn on. An application is developed for the Android system connected through a LAN network which the user can remotely access the automatic dispenser.



## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	III
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	IV
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
ÍNDICE GENERAL .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVI
INTRODUCCIÓN .....	1
1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....	2
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Delimitación .....	2
1.2.1 Delimitación temporal .....	2
1.2.2 Delimitación espacial .....	2
1.2.3 Delimitación académica .....	3
1.3 Objetivo General .....	3
1.4 Objetivos específicos .....	3
1.5 Justificación .....	3
1.6 Descripción de la propuesta .....	4
1.7 Beneficiarios de la propuesta .....	4
2. ESTADO DEL ARTE .....	5
2.1 Microcontrolador STM32 .....	5
2.2 Sensor de proximidad .....	6
2.3 Sensor de nivel .....	7
<b>2.3.1 Sensor de nivel de punto .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3.2 Sensor de nivel continuo .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.3 Sensor de nivel ultrasónico .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.4 Sensor de nivel capacitivos .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.5 Interruptor de nivel .....</b>	<b>9</b>
2.4 Motor paso a paso .....	10
2.4.1 Unipolares .....	10
2.4.1.1 Secuencia normal .....	11

2.4.1.2 Secuencia del tipo wave drive.....	11
2.4.1.3 Secuencia de medio paso.....	12
2.4.2 Bipolares .....	12
2.5 Modulo driver ULN2003.....	13
2.6 Electroválvulas .....	13
2.6.1 Acción directa.....	14
2.6.2 Acción indirecta .....	14
2.6.3 Acción mixta.....	14
2.7 Mini Bomba de diafragma R385 .....	15
2.8 Sensor de peso.....	16
2.8.1 Sensor de peso de compresión .....	16
2.8.2 Sensor de peso de tensión y compresión .....	17
2.8.3 Sensor de peso con viga en forma de S .....	17
2.8.4 Sensor de peso de un solo punto.....	18
2.9 Transmisor HX771.....	18
2.9.1 Puente Wheatstone .....	19
2.10 Modulo real time clock (RTC).....	20
<b>2.10.1 Protocolo I2C .....</b>	<b>20</b>
2.11 Internet de las cosas .....	21
2.11.1 El internet.....	22
2.11.2 La nube.....	22
2.11.2.1 Nube publica .....	23
2.11.2.2 Nube privada.....	23
2.11.2.3 Nube hibrida .....	24
2.11.3 Redes inalámbricas .....	24
2.11.3.1 Redes inalámbricas de área personal .....	25
2.11.3.2 Bluetooth .....	25
2.11.4 Redes inalámbricas de área local.....	26
2.11.4.1 Wifi.....	26
2.11.5 Redes inalámbricas metropolitanas.....	27
2.12 Sistema operativo móvil .....	27
2.12.1 Android .....	27
2.13 Lenguaje de programación .....	28
2.13.1 MBED.....	29
2.13.2 Conectividad .....	31
2.13.3 Seguridad .....	31

2.14 El can .....	32
2.14.1 El can como mascota .....	33
2.14.2 Raza canina .....	33
2.14.3 Alimentación Canina .....	34
2.14.4 Croquetas .....	35
2.14.5 Agua .....	36
2.14.6 Enfermedades caninas por la mala alimentación .....	36
2.15 Dispensador de comida.....	37
2.15.1 Sistemas de dosificación .....	37
2.15.2 Dosificador de alimentos sólidos .....	38
2.15.3 Dosificador de tornillo.....	38
2.15.4 Dosificador de compuerta rotativa .....	39
2.15.5 Dosificador de banda rodante .....	39
2.15.6 Dosificador para líquidos .....	40
2.15.7 Dosificador por presión.....	40
2.15.8 Dosificador isobárico.....	41
3 MARCO METODOLÓGICO .....	42
3.1 Metodología de la investigación .....	42
3.1.1 Técnica de investigación .....	42
3.1.2 Técnica de campo .....	42
3.2 Procedimiento del proyecto .....	43
4 VISTAS PRELIMINARES .....	43
4.1 Aspectos del prototipo relacionado con la mascota.....	43
4.2 Energía renovable .....	43
5 ETAPAS .....	44
5.1 Primera etapa (investigación del proyecto).....	44
5.2 Segunda etapa (Diseño y análisis del HARDWARE) .....	48
5.2.1 Diseño del proyecto .....	48
5.2.2 Creación del prototipo de la estructura.....	49
5.2.3 Pruebas de los equipos .....	51
5.2.3.1 Modulo de cuatro relés.....	51
5.2.3.2 Sensor ultrasonido HC-SR04 .....	52
5.2.3.3 Sensor de peso .....	54
5.2.3.4 Motor paso a paso .....	56
5.2.3.5 Sensor de nivel flotador .....	59
5.2.3.6 Bomba de Diafragma R385 .....	60

5.2.3.7 Electroválvula.....	62
6 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	63
6.1 Ensamblaje de la estructura (Primera fase).....	63
6.2 Ensamblaje de la estructura (Segunda fase).....	63
6.3 Instalación de los componentes eléctrico.....	64
6.4 Instalación de equipos en el gabinete (Caja plástica).....	67
6.5 Primeras modificaciones.....	67
6.6 Segunda modificación.....	68
7 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DEL DISPENSADOR.....	69
7.1 Mit app inventor 2.....	69
7.2 Crear la app Android para el control y monitoreo de la dosificación de la comida y bebida del dosificador.....	70
7.3 Página web.....	73
7.3.1 HTML.....	73
7.3.2 CSS.....	74
7.3.3 JAVASCRIPT.....	74
7.2.4 Presentación de la página web.....	74
Referencias.....	78
ANEXOS A.....	81
ANEXOS B.....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Microcontrolador STM32F411 .....	6
Fig. 2 Sensor de proximidad HC-SR04 .....	7
Fig. 3 Sensor Ultrasónico.....	8
Fig. 4 Sensor capacitivo.....	9
Fig. 5 Sensor de punto de contacto .....	10
Fig. 6 Polos energizados.....	11
Fig. 7 Modulo ULN2003 .....	13
Fig. 8 Electroválvula N/C .....	15
Fig. 9 Mini bomba de diafragma R385.....	16
Fig. 10 Celda de carga de compresión .....	16
Fig. 11 Celda de carga de tensión y compresión.....	17
Fig. 12 Celda de carga tipo S .....	17
Fig. 13 Celda de carga de un solo punto .....	18
Fig. 14 Diagrama de bloque del módulo HX711 .....	19
Fig. 15 Circuito Wheatstone.....	19
Fig. 16 Módulo RTC .....	20
Fig. 17 Protocolo I2C .....	21
Fig. 18 Internet de las cosas IoT.....	22
Fig. 19 Cloud computing .....	24
Fig. 20 Bluetooth.....	26
Fig. 21 Red Wifi .....	27
Fig. 22 Sistema operativo Android.....	28
Fig. 23 MBED .....	31
Fig. 24 Canis lupus familiaris.....	33
Fig. 25 Croquetas .....	35
Fig. 26 Enfermedad de la obesidad.....	37
Fig. 27 Dosificador de tornillo sin fin .....	39
Fig. 28 Dosificador de compuerta rotativa .....	39
Fig. 29 Dosificador de banda rodante.....	40
Fig. 30 Dosificador de presión de líquidos.....	41
Fig. 31 Dosificador isobárico .....	41
Fig. 32 Esquema general del funcionamiento (AUTOR).....	43
Fig. 33 Dosificador de alimento .....	48
Fig. 34 Dosificador del Agu.....	49
Fig. 35 Componentes del módulo de 4 relés .....	51
Fig. 36 Circuito esquemático de un canal .....	52
Fig. 37 Funcionamiento del sensor HC-R04 .....	52
Fig. 38 Descripción de los pines del sensor.....	53
Fig. 39 Conexión del sensor HC-SR04 a la placa STM 32.....	53
Fig. 40 Pruebas de equipo; sensor ultrasonido y placa STM32 .....	54
Fig. 41 Funcionamiento del sensor de peso.....	54
Fig. 42 Puertos del módulo HX711.....	55
Fig. 43 Conexión del sensor de peso a la placa STM32.....	55
Fig. 44 Pruebas con el sensor de peso .....	56
Fig. 45 Secuencia de paso .....	57
Fig. 46 Puertos del módulo unl2003 .....	57

Fig. 47 Conexión motor paso a paso y placa STM 32.....	58
Fig. 48 Se realizan pruebas con el motor de paso y la placa STM32 .....	58
Fig. 49 Accionamiento del sensor de nivel.....	59
Fig. 50 Conexión del sensor de nivel.....	59
Fig. 51 Se realiza pruebas de altos y mínimos del sensor de nivel .....	60
Fig. 52 Conexión del mini motor, rele y sensor de nivel .....	61
Fig. 53 Se realizan pruebas con el motor de diafragma o bomba de agua.....	61
Fig. 54 Conexiones de la bomba de agua.....	62
Fig. 55 Pruebas con el accionamiento de la electroválvula. ....	62
Fig. 56 Estructura de cartón.....	63
Fig. 57 Estructura hecho de acrílico.....	64
Fig. 58 Instalación del motor paso a paso con un sistema de engranajes.....	64
Fig. 59 Instalación del sensor ultrasónico .....	65
Fig. 60 Instalación del sensor de nivel .....	65
Fig. 61 Instalación de la electroválvula N/A.....	66
Fig. 62 Instalación del motor de diafragma con un sistema de desfogue .....	66
Fig. 63 Instalación del gabinete plástico.....	67
Fig. 64 Cambio de sistema de engranajes.....	67
Fig. 65 Gabinete acrílico.....	68
Fig. 66 Diseño y creación de la aplicación.....	70
Fig. 67 Pantalla principal.....	71
Fig. 68 Diseño y programación del screen 2 .....	71
Fig. 69 Diseño y programación del screen 3 .....	72
Fig. 70 Diseño y programación del screen 4 .....	73
Fig. 71 Pantalla principal de la aplicación .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla II.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla III.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla IV .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla V.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla VI .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla VII .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla VIII .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla IX.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla X.....	¡Error! Marcador no definido.

## INTRODUCCIÓN

Cuando se tiene una mascota canina en el hogar, es importante el cuidado nutricional que se esté suministrando de lo contrario pueden padecer de enfermedades intestinales por la irregularidad de los horarios y la cantidad de comida, debido a falta de atención por parte de sus propietarios. Otras de las razones que se deben considerar, es al momento que el can deba quedarse en el hogar por largas horas o por motivos de viaje del propietario, y dejar con la suficiente o insuficiente comida y agua.

Los dispensadores de comida para can ayudan con su alimentación adecuada previniendo problemas de nutrición. La dosificación de los alimentos requiere de una tolva con la cantidad necesaria de comida para que por medio de ciertos mecanismos se provea al can la cantidad necesaria de alimento y en determinadas horas.

Los derechos de los animales están presentes mediante la ley orgánica de bienestar animal (LOBA) y el art 585 del código civil ecuatoriano que concientiza que los animales son considerados objetos que se mueven por sí solo. La ley orgánica concientiza que podrían eliminar el maltrato animal y que las personas piensen a conciencia antes de cualquier acto que produzca dolor a cualquier animal.

El presente trabajo de titulación se realizó la implementación de un dosificador de comida y bebida utilizando el controlador STM32 para mascotas caninas donde el sistema electrónico podrá funcionar a partir de la programación de microcontroladores y la realización de un aplicativo para la comodidad del usuario



## **1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

### **1.1 Planteamiento del problema**

En la actualidad, cada familia tiene en su hogar una mascota como perros, gatos, loro, tortugas reptiles, siendo el can la mascota más requerida por el humano, pero también se puede decir que el can es una de las mascotas más afectadas por el descuido, la falta de dedicación y cuidado, debido a las diferentes responsabilidades diarias que realiza el ser humano. Uno de los mayores descuidos para el can es la alimentación que puede generar problemas de digestivos afectando su metabolismo, el desarrollo de los huesos a muy temprana edad causando enfermedades como problemas cardiovasculares, obesidad, pérdida de peso, problemas respiratorios, gastritis, entre otros.

### **1.2 Delimitación**

#### **1.2.1 Delimitación temporal**

. El proyecto se realizará en un domicilio privado situado en Bastión Popular Bl.10 Mz.1217 Sl.13 la cual se efectuará el prototipo y su funcionalidad.

#### **1.2.2 Delimitación espacial**

El proyecto propuesto se realizará en un domicilio ubicado en el norte de la ciudad de Guayaquil, el alimentador automático estará ubicada en un lugar en el cual se realizarán las pruebas con las mascotas caninas que existen en dicho domicilio, siempre tomando en cuenta las medidas de bioseguridad que se tienen por la emergencia sanitaria del Covid-19

### **1.2.3 Delimitación académica**

El proyecto investigativo propuesto deberá cumplir con los requerimientos como el problema del estudio, los objetivos y el alcance, que la Universidad Politécnica Salesiana nos ha impartido a lo largo de los estudios académicos dando lugar a la investigación y el desarrollo de problemas, reflejando así los conocimientos adecuados basados a los estudios, podemos realizar la elaboración del proyecto de grado con la correcta funcionalidad con desarrollos técnicos actuales y tecnología electrónica de alta gama.

### **1.3 Objetivo General**

- Desarrollar un sistema automatizado utilizando el controlador STM32 para controlar la alimentación de las mascotas caninas y así ayudar a la prevención de enfermedades que le pueda ocasionar por la mala dosificación del alimento.

### **1.4 Objetivos específicos**

- Diseñar la estructura y conexiones necesarias para accionar el dispositivo de dosificación de alimentos.
- Diseñar una aplicación en la cual el propietario de la mascota podrá accionar o desactivar el mecanismo de control del dosificador de alimento.
- Evaluar el funcionamiento del dispositivo a implementar mediante el adecuado control a fin de dosificar el alimento.

### **1.5 Justificación**

La justificación de este proyecto se debe por la falta de un sistema de alimentación para las mascotas caninas ya que la mala alimentación implica a las mascotas caninas padecer de enfermedades digestivos, para ello, el alimentador automático permite alimentar de forma segura y cuidar de su salud. Tiene incorporado

un recipiente para la comida que será contralada mediante horas asignadas y cantidad necesaria, también cuenta con un recipiente para el agua que será controlada mediante la cantidad que sea necesaria.

#### **1.6 Descripción de la propuesta**

La propuesta consiste en utilizar tecnologías de circuitos integrados para la creación de un prototipo mecánico que está concebido para la dosificación automática de alimentos para canes.

#### **1.7 Beneficiarios de la propuesta**

Los beneficiarios de este proyecto son para todos aquellos canes que tiene que quedarse en el hogar por largas horas o por motivo que el propietario saliera de viaje por varios días.

## **2. ESTADO DEL ARTE**

### **2.1 Controlador STM32**

El controlador de 32 bits está basado en el procesador Arm Cortex - M y diseñado para ofrecer nuevos niveles de libertad a los usuarios de MCU. Este ofrece opciones que combinan un rendimiento muy alto, capacidades en tiempo real, procesamiento de señal digital, operación de baja potencia / bajo voltaje y conectividad, al tiempo que mantiene la integración total y la facilidad de desarrollo.

” La variedad de controladores STM32, se encuentra basada en un núcleo estándar de la industria, viene con una gama diversidad de herramientas y software para apoyar el desarrollo de proyectos, lo que hace que esta familia de productos sea ideal para la elaboración de proyectos pequeños como para plataformas”

Para que los usuarios construyan nuevos prototipos de manera económica y flexible con las placas STM32 Nucleo-64 pueden aprender utilizando los diversos tipos de característica como el rendimiento y consumo de energía, proporcionadas por el microcontrolador STM32. Para las placas compatibles, el SMPS externo reduce de manera significativamente el consumo de energía en modo Run. [1]

Con una amplia variedad la plataforma de desarrollo abierto STM32 Núcleo que permiten la fácil expansión de la funcionalidad.

La placa STM32 Nucleo-64 no requiere ninguna sonda separada, ya que se compone con el depurador / programador ST-LINK.

La placa STM32 Nucleo-64 contiene varias bibliotecas completas de software y ejemplos disponibles con el paquete STM32Cube MCU.



Fig. 1 Controlador STM32F411 [1]

## 2.2 Sensor de proximidad

El propósito básico de un sensor de proximidad es percibir lo que sucede con objeto o persona sin estar en contacto con él. Aportan con información básica que incorpora las magnitudes que dan referencias a lo que se desea obtener para el control de estado de labor.

Con los diferentes modelos de sensores sobresalen los sensores de proximidad por diferentes razones, se trata de un amplio grupo de dispositivos heterogéneo, otra razón es que se puede apreciar el estado predefinido de un sistema y que actúe según ha sido diseñado. [2]



Fig. 2 Sensor de proximidad HC-SR04 [3]

### 2.3 Sensor de nivel

El sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente. Integral para el control de procesos en muchas industrias, los sensores de nivel se dividen en dos tipos principales: [3]

- Sensor de nivel de punto.
- Sensor de nivel continuo.

Dentro de los instrumentos más utilizados para medir nivel se tiene:

- Sensores de nivel ultrasónicos
- Sensores de nivel capacitivos
- Interruptores de nivel

#### 2.3.1 Sensor de nivel de punto

Se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo. [3]

### 2.3.2 Sensor de nivel continuo

Son sensores más sofisticados y pueden realizar el seguimiento de nivel de todo un sistema. Estos sensores miden el nivel del fluido dentro de un rango específico, en lugar de en un único punto, produciendo una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. Para crear un sistema de gestión de nivel, la señal salida está vinculada a un bucle de control de procesos y a un indicador visual. [3]

### 2.3.3 Sensor de nivel ultrasónico

Un sensor ultrasónico funciona emitiendo y recibiendo onda de sonido de alta frecuencia, estas ondas generalmente tienen un valor de 20 kHz.

La onda de sonido emitida se refleja en la superficie del líquido que el sensor vuelve a detectar. El tiempo de retorno de la señal es medida por la altura de la sección vacía del contenedor restando con la altura total del contenedor obteniendo el nivel del líquido restante., La Fig. 15 muestra el funcionamiento del sensor. [3]

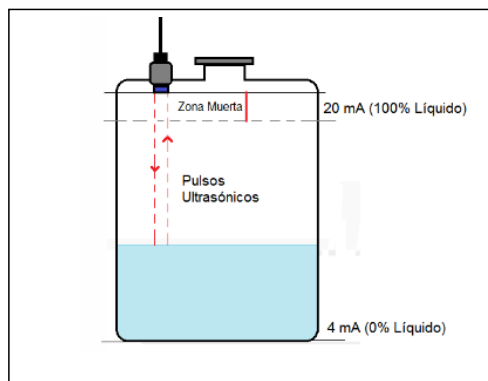


Fig. 3 Sensor Ultrasónico [4]

### 2.3.4 Sensor de nivel capacitivos

El sensor capacitivo es un condensador, en el que se puede variar los parámetros que definen su capacitancia, uno de estos parámetros es la permisividad del dieléctrico.

Los sensores capacitivos están formados por una placa metálica llamada electrodo o por una probeta de capacitancia. En la Fig. 16 se muestra el funcionamiento del sensor capacitivo. [3]

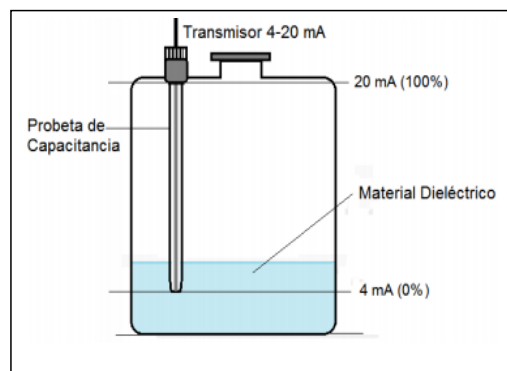


Fig. 4 Sensor capacitivo [4]

### 2.3.5 Interruptor de nivel

A los interruptores de nivel se los denomina también sensor de punto de contacto, el más común es el sensor de nivel tipo flotador, este sensor usa un flotador y un brazo para activar un switch limite cuando el nivel de líquido es lo suficiente alto. A medida que el nivel de líquido disminuye el brazo regresa a su posición inicial y el switch abre los contactos. La Fig.5 muestra el funcionamiento del sensor de este tipo. [3]



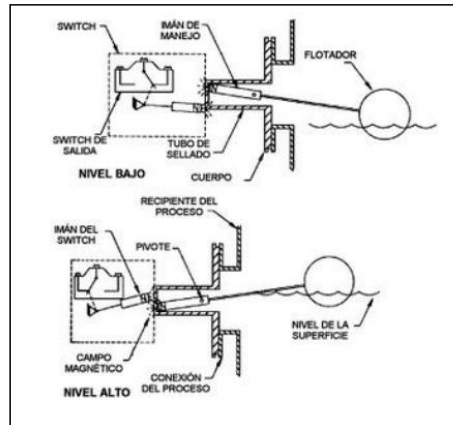


Fig. 5 Sensor de punto de contacto [4]

## 2.4 Motor paso a paso

El funcionamiento del motor paso a paso consiste en convertir una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, es decir, que pueden quedar enclavados en una posición si una o más de sus bobinas están energizadas.

La característica principal de los motores de paso a paso es el hecho de poder moverlos por cada pulso que se aplique, puede variar desde  $90^\circ$  hasta pequeños movimientos de  $1.8^\circ$ . [4]

Existen dos tipos de motores paso a paso: Unipolares y Bipolares.

### 2.4.1 Unipolares

Los motores unipolares funcionan con la atracción de los polos norte o sur mediante el rotor magnetizado, lo que hace posible que la dirección de la corriente a través de las bobinas del estator determina que los polos del rotor se sentirán atraídos. La orientación en los motores unipolares depende de cuál mitad de la bobina sea energizada como se muestran en la Fig. 6 [4].

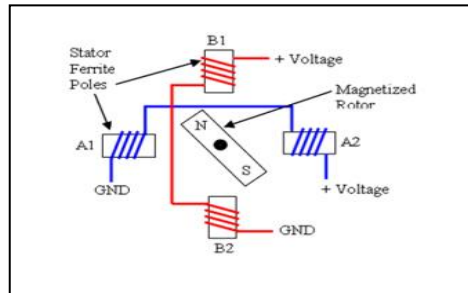


Fig. 6 Polos energizados [6]

Existen tres secuencias posibles para el motor unipolar

#### 2.4.1.1 Motor con secuencia normal

Con la secuencia normal, el funcionamiento del motor consiste en dar paso a la vez, por lo que al menos hay dos bobinas activas, alcanza un alto torque de paso y de retención, como se muestra en la Tabla I [4].

TABLA I SECUENCIA NORMAL [5]

Paso	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D
1	+V	+V	-V	-V
2	-V	+V	+V	-V
3	-V	-V	+V	+V
4	+V	-V	-V	+V

#### 2.4.1.2 Motor con secuencia del tipo wave drive

La secuencia del tipo wave drive del motor de paso solo se activa una bobina a la vez, dicha secuencia brinda un funcionamiento más legible es decir el torque de paso y retención es menor, como se muestra en la Tabla II [4].

TABLA II SECUENCIA DEL TIPO WAVE DRIVE [5]

Paso	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D
1	+V	-V	-V	-V
2	-V	+V	-V	-V
3	-V	-V	+V	-V
4	-V	-V	-V	+V

#### 2.4.1.3 Motor con secuencia de medio paso

La secuencia del motor de medio paso, las bobinas se activan de tal forma que realice un movimiento igual a la mitad del paso real. En el proceso primero dos bobinas y luego una y así continuamente, como se muestra en la Tabla III [4].

TABLA III SECUENCIA DE MEDIO PASO [5]

Paso	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D
1	+V	-V	-V	-V
2	+V	+V	-V	-V
3	-V	+V	-V	-V
4	-V	+V	+V	-V
5	-V	-V	+V	-V
6	-V	-V	+V	+V
7	-V	-V	-V	+V
8	+V	-V	-V	+V

#### 2.4.2 Bipolares

Los motores bipolares constan de dos fases, cada fase está formada por cuatro bobinas. La corriente que circula en dos direcciones en las mismas bobinas de cada una de las fases del motor a paso, por lo que se utiliza un circuito puente H por cada fase para poder invertir el sentido de la corriente en la dirección apropiada. La eficiencia de un motor bipolar es mucho mayor si todas las bobinas están excitadas de tal manera que se produzca un torque efectivo [4].

En la Tabla IV se puede observar la secuencia necesaria para controlar motores

TABLE IV SECUENCIA DEL MOTOR BIPOLAR [5]

Paso	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V

## 2.5 Modulo driver ULN2003

El módulo ULN2003 es una agrupación de siete Par Darlington que se encarga de incrementar el nivel de corriente para suplir la potencia necesaria que solicita el motor paso a paso. [5]

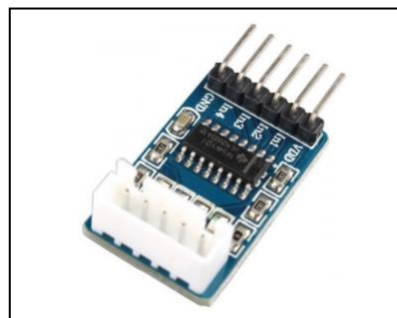


Fig. 7 Modulo ULN2003 [8]

## 2.6 Electroválvulas

Las electroválvulas o válvulas solenoides son dispositivos creados para controlar el flujo on/off de un fluido. Pueden ser utilizadas con agua, gas, aire, gas combustible, vapor entre otros. Las válvulas se componen de dos hasta cinco vías. Son fabricadas en latón, acero inoxidable o PVC. Dependiendo del fluido en el que se vayan a utilizar es el material de la válvula.

En las válvulas de dos vías, regularmente son utilizadas en tres modalidades diferentes, dependiendo del uso que están destinadas a operar; pueden ser de acción directa, acción indirecta y acción mixta o combinada, además cada una de estas

categorías puede ser Normalmente Cerrada o Normalmente Abierta, esto dependiendo de la función que va a realizar, de modo cerrado va a recibir una señal solenoide o cuando esté abierta reciba una señal solenoide de corte de flujo. [6]

#### **2.6.1 Acción directa**

La diferencia entre la válvula N.C. a la N.A. de acción directa es que, cuando la válvula N.C. no está energizada el embolo permanece en una posición que bloquea el orificio de tal manera que impide el flujo del fluido, y cuando se energiza la bobina el embolo es magnetizado de tal manera que se desbloquea el orificio y de esta manera fluye el fluido. La N.A. cuando la bobina no está energizada mediante la acción de un resorte el embolo se mantiene en tal posición que siempre está abierta y cuando se energiza la bobina la acción es hacia abajo empujando el resorte haciendo que cierre el orificio e impida que fluya el fluido. [6]

#### **2.6.2 Acción indirecta**

La característica principal de la válvula del tipo acción indirecta es que cuando recibe el comando eléctrico se acciona el embolo el cual permite a su vez como segunda acción, o acción indirecta, que el diafragma principal se abra o se cierre, en una acción indirecta. Esta serie de válvulas necesita una presión mínima para poder funcionar correctamente. También en esta serie de comando indirecto tenemos válvulas normalmente cerradas y válvulas normalmente abiertas. [6]

#### **2.6.3 Acción mixta**

En las válvulas de Acción Mixta o Combinada una característica es que no requieren una presión mínima como las de acción indirecta. Estas válvulas al igual que las de acción indirecta el comando de abertura se hace en 2 tiempos, primero se vacía

la presión superior del diafragma grande y después, segunda acción, la presión de abajo del diafragma lo empuja para que se abra. Además, el embolo está sujetado por medio de un resorte al diafragma grande y este resorte acelera la acción de la presión de abajo hacia arriba para abrir el mismo diafragma, esta es la segunda etapa de apertura. [6]

Estas válvulas de acción mixta pueden ser ya sea normalmente abiertas o normalmente cerradas



Fig. 8 Electroválvula N/C [3]

## 2.7 Mini Bomba de diafragma R385

Permite dosificar liquido de un lugar a otro por lo que presenta desplazamiento positivo, es decir el empuje de las paredes elásticas ya sean de membrana o diafragmas, es provocado mediante el aumento de presión que varía el volumen de la cámara, ya sea aumentando o disminuyendo, posee válvulas de retención las cuales permiten el bombeo del líquido. [7]



Fig. 9 Mini bomba de diafragma R385 [11]

## 2.8 Sensor de peso

Los sensores de peso son elementos capaces de medir un cambio en sus propiedades físicas debido a la interacción con un cuerpo y expresarlo en forma de señales eléctricas, neumáticas, entre otras. Existen diversos tipos de sensores de peso los cuales se detallan a continuación: [8]

### 2.8.1 Sensor de peso de compresión

Los sensores de compresión miden su carga a través de un botón mecanizado. La carga máxima soportada para este tipo de sensor es de un rango de 11kg a 23000 kg y las aplicaciones en la cual se utilizan están reflejadas en las tolvas, pesajes de tanques a compresión. [8].



Fig. 10 Celda de carga de compresión [12]

### 2.8.2 Sensor de peso de tensión y compresión

Los sensores de tensión y compresión son elementos de tamaño pequeños. Su rango de carga máxima soportada está entre 1kg a 450kg, son aplicados para realizar monitoreo de fuerzas durante ensamblajes de baja capacidad [8].



Fig. 11 Celda de carga de tensión y compresión [12]

### 2.8.3 Sensor de peso con viga en forma de S

Este tipo de celda mide tanto la tensión como la compresión de las cargas y de ofrecer rechazo de carga lateral superior. La carga máxima soportada para la celda está dentro del rango de 11kg a 18200kg. La aplicación de la celda está dentro de la industria textil, tolva y ensacadoras [8].



Fig. 12 Celda de carga tipo S [12]



#### 2.8.4 Sensor de peso de un solo punto

Las celdas de un solo punto son utilizadas en distintas aplicaciones como son en los procesos industriales por lo que ofrecen una buena linealidad y un buen nivel de deformación frente a las aplicaciones de fuerzas relativamente bajas, brinda con un amplio margen de medida máximo que va de los 5kg a 45500kg. [8]

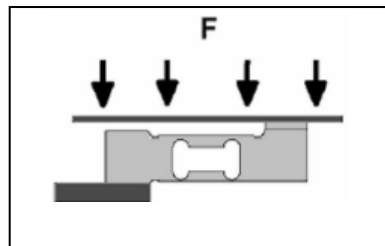


Fig. 13 Celda de carga de un solo punto [12]

#### 2.9 Transmisor HX771

El transmisor de carga es un dispositivo sencillo, proporcionando un buen rendimiento, alta sensibilidad y con una buena velocidad de medición cuya aplicación es de acondicionar la señal que se obtiene del puente Wheatstone formado por los medidores de formación de la celda de carga así convirtiendo la lectura analógica a digital con su conversor A/D interno de 24 bits [9].

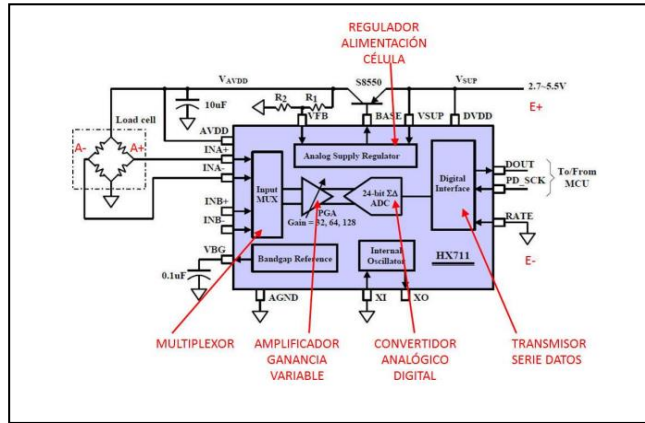


Fig. 14 Diagrama de bloque del módulo HX711 [13]

### 2.9.1 Puente Wheatstone

El puente Wheatstone es un circuito formado por cuatro resistencias donde existen elementos fijos y variables, permiten también medir sus cambios de resistencias provocados por el ambiente al que es sometido tales como la presión o temperatura. [10]

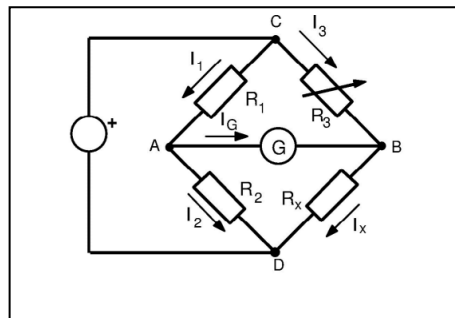


Fig. 15 Circuito Wheatstone [14]

### 2.10 Modulo real time clock (RTC)

El reloj de tiempo real (RTC) es un módulo que permite obtener mediciones en tiempo en las unidades temporales como los segundos, minutos, horas, días, semanas, meses y año. Los RTC están compuesto por un resonador de cristal integrado con la electrónica conveniente para registrar de forma correcta el paso del tiempo. [11]

El módulo integra una placa en la cual se puede colocar una batería, con la finalidad que se conserve el tiempo si es desconectado de la alimentación principal. Los datos son transferidos a través del bus bidireccional I2C que permite establecer la hora correcta en el módulo. [12]

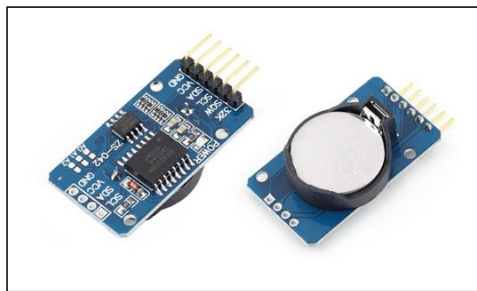


Fig. 16 Módulo RTC [16]

#### 2.10.1 Protocolo I2C

El protocolo I2C tiene una arquitectura de tipo master-slave. Master comienza la comunicación con los slave que puede realizar la función de recibir o entregar datos. Los tipos esclavos- slave no permiten entregar ni recibir información entre sí.

El bus IC2 es síncrono. El master proporciona una señal de reloj, que mantiene sincronizados a todos los dispositivos del bus. De forma que se elimine la necesidad de integrar un reloj por cada dispositivo [13].



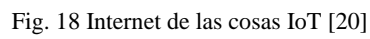
Fig. 17 Protocolo I2C [17]

### 2.11 Internet de las cosas

Internet de las cosas detalla una serie de tecnologías por las que objetos que tradicionalmente no han sido conectados ahora se conectan a la nube usando una serie de protocolos TCP/IP. [14] El internet en sus inicios fue desarrollado con el objetivo de compartir únicamente información, al pasar de los años progresivamente ha evolucionado permitiendo mejorar los servicios que ofrecen al usuario desde prestar servicios de voz, datos y video hasta realizar transacciones bancarias desde el hogar. La idea principal de IoT es dotar de electrónica a cualquier objeto cotidiano y permitir sus conexiones sin importar el lugar, donde las tecnologías inalámbricas son la clave fundamental para que cosas u objetos inteligentes puedan comunicarse entre ellos y hacia el internet, convirtiendo a las redes de sensores inalámbricos en la base del desarrollo IoT [15].

Su acogida es debido principalmente a:

- Popularización de placas de hardware libre
- Abaratamiento de sensores
- Plataforma de IoT



El internet es una red global de redes de ordenadores, con un sistema de diferentes redes locales y globales que prestan servicios privados, públicos, empresariales, académicos y gubernamentales. Se basa en un grupo de servicios de información que permiten conectarse a una maquina remota, intercambiar fichero o enviar y recibir correos electrónicos, chat en línea, transferencias de archivos usos compartidos de archivos, juego en línea entre otros. Existen dos principios básicos de internet. [16]

- La nube es un centro de datos o grupos de servicios conectados que se utilizan para almacenar y analizar datos, proporciona servicio de respaldo para uso personal y corporativo también acceso a aplicaciones en línea. [16]

22

- Nube pública
- Nube privada
- Nube híbrida.

#### **2.11.2.1 Nube publica**

La nube pública admite ampliar los recursos necesitados por el usuario, creados para almacenar y administrar datos, permite entregar contenido o servicios como video, correo web, entre otros. La nube pública presentan ciertos aspectos a considerar por los usuarios como es el almacenamiento de información compartida con otro usuario del servicio [17].

Características de la nube públicas:

- El usuario tendrá acceso a cualquier plataforma con conexión a internet y en todo momento.
- Es flexible, puede almacenar información desde cantidades pequeñas e ir aumentando.
- El servicio de la nube no tiene contrato con el usuario por lo tanto puede usarla en el tiempo que considere necesario.

#### **2.11.2.2 Nube privada**

La nube privada contiene métodos básicos como la virtualización, estandarización, automatización para proporcionar acceso exclusivo a los servidores y data center de la compañía/empresa, es decir que la estabilidad está limitada a la capacidad de TI de dicha compañía/empresa [17].

Características de la nube publica:

- Mayor rendimiento

- Escalabilidad
- Personalización mejorada

### 2.11.2.3 Nube híbrida

La nube híbrida es un entorno informático entre la nube pública como privada, que permite a los usuario y empresas compartir datos y aplicaciones manteniendo un entorno en el que ambas arquitecturas se comuniquen entre sí [17].

Características de la nube híbrida:

- Se componen de soluciones de software encargadas de controlar y administrar la migración de cargas de trabajo.
- Despliegues de recursos.
- Integración entre plataformas



Fig. 19 Cloud computing [22]

### 2.11.3 Redes inalámbricas

La tecnología Wireless son redes de computadoras que usan como medio de comunicación las ondas electromagnéticas que viajan a través del espacio llevando la información de un lugar a otro o en diversas partes de la red para lograr el intercambio

de información en los diferentes mecanismos de comunicación, instalar una red inalámbrica es un proceso mucho más rápido que la de realizar la comunicación por cables. [18]

Las comunicaciones inalámbricas se clasifican en tres tipos de redes, de acuerdo al alcance y la necesidad:

- Redes inalámbricas de área personal (WPAN)
- Redes inalámbricas de área local (WLAN)
- Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN)

#### **2.11.3.1 Redes inalámbricas de área personal**

La comunicación inalámbrica de la red WPAN conlleva que todos los equipos como teléfonos móviles, ordenadores portátiles, sensores, televisores, radios entre otros equipos digital la comunicación entre sí. La tecnología WPAN es bluetooth. Ofrece una velocidad de 1 Mbps con una distancia máximo de treinta metros. [19]

#### **2.11.3.2 Bluetooth**

Es una tecnología inalámbrica de interfaz radioeléctrica que provee comunicación entre dispositivos y conectarse a internet a altas velocidades, sin el uso de cables. La tecnología bluetooth se caracteriza por usar enlaces de radio de corto enlace entre los móviles y otros dispositivos, opera a una banda de 2.4 GHz y tiene la capacidad de atravesar paredes por lo cual es ideal para el trabajo móvil, como en las oficinas. [20]



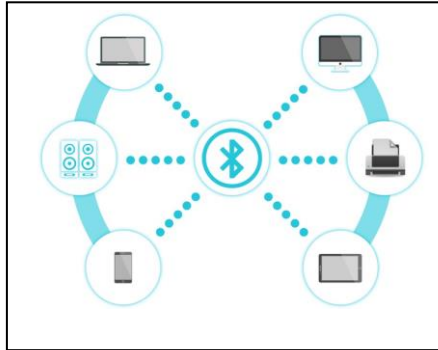


Fig. 20 Bluetooth [26]

#### 2.11.4 Redes inalámbricas de área local

Una red WLAN es un sistema de comunicación inalámbrico flexible utilizado en las redes de área local cableadas. Usan tecnologías de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones por cables.

Las WLAN se basan en los estándares 802.11b y 802.11g que utilizan la banda de 2,4 – 2.5 GHz. Esta banda de frecuencia se divide en 14 canales de 22MHz de ancho, separados tan solo por 5MHz en la mayoría de los casos, en donde 11 canales son utilizables por equipos wifi en las cuales pueden configurarse de acuerdo a las necesidades del usuario. [19]

##### 2.11.4.1 Wifi

Es una red de comunicaciones de datos, capaz de conectar servidores, PC, impresora, etc., sin la necesidad de cables de por medio, trabaja a una frecuencia de 5.8 GHz con tasas de hasta 54 Mbps lo que abarca un radio máximo de 300 metros.

Esta tecnología tiene un rango de alcance limitado, dependiendo de los dispositivos involucrado, para ello se puede agregar un sistema de antenas repetidoras que aumente la cobertura a largas distancias [21].



Fig. 21 Red Wifi [28]

#### **2.11.5 Redes inalámbricas metropolitanas**

Las redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN), también se conoce como bucle local inalámbrico (WLL). Las WAN se basa en el estándar IEEE 802.16 y provee una velocidad de 1 a 10 Mbps, con un alcance de 4 a 110 kilómetros. [19]

#### **2.12 Sistema operativo móvil**

El sistema operativo (SO) móvil de un teléfono o table están orientados a la conectividad inalámbrica con capacidad de procesamiento que permiten introducir información en ellos, se encargan de gestionar todos los recursos del sistema informáticos tanto de hardware como de software, permitiendo la comunicación entre el usuario y el ordenador [22].

##### **2.12.1 Android**

Android es un sistema operativo para dispositivos móviles para tabletas, teléfonos inteligentes basado en el núcleo de Linux, es de código abierto que puede ser libremente aumentado para incorporar nuevas tecnologías.

La estructura del sistema operativo Android se compone de aplicaciones que se ejecutan en un framework Java de aplicaciones orientadas a objetos sobre el núcleo

de las bibliotecas de java en una máquina virtual Dalvik con compilación en tiempo de ejecución [23].



Fig. 22 Sistema operativo Android [31]

### 2.13 Lenguaje de programación

Es un lenguaje formal que, mediante una serie de instrucciones, permite al usuario escribir un conjunto de órdenes, acciones consecutivas, datos y algoritmos para, de esa forma, crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina.

Mediante este lenguaje se comunican el programador y la máquina, permitiendo especificar, de forma precisa, aspectos como:

- Cuáles datos debe operar un software específico.
- Como deben ser almacenados o transmitidos los datos.
- Que acciones que debe tomar el software dependiendo de las circunstancias variables.

El lenguaje de programación abarca un conjunto de herramientas que le permiten crear, escribir códigos, depurar, mantener y empaquetar los proyectos.

Editores de código o texto.

Al escribir los códigos se autocompletan marcando los errores sintácticos y la refactorización [1].

- **Compiladores:** Traducen el código ingresado a lenguaje de máquina generando un código binario ejecutable.
- **Depuradores:** Sirven para optimizar el tiempo de desarrollo mediante el monitoreo de la ejecución de un programa, el seguimiento a los valores de ciertas variables, las referencias a objetos en memoria y, por ende, nos ayuda a corregir errores.
- **Enlazadores:** Este programa toma objetos generados en los primeros pasos del proceso de compilación y los recursos necesarios de la biblioteca, quita aquellos procesos y datos que no necesita, y enlaza el código con dicha biblioteca para así aumentar su tamaño y extensión.
- **Interpretores o traductores:** Carga el código ingresado y traduce las instrucciones para que el programa pueda ser ejecutado.
- **IDE:** El IDE (Integrated Development Environment) o Entorno de Desarrollo Integrado, es una aplicación informática que proporciona una serie de servicios que facilitan la programación de software, tales como:
  - Funciones de autocompletado
  - Editor de código fuente
  - Gestión de conexión a base de datos.
  - Integración con sistemas de control de versiones
  - Simuladores de dispositivos
  - Depurador para agilizar el proceso de desarrollo de software, entre otro.

### **2.13.1 MBED**

Mbed OS es un sistema operativo de código abierto para placas Cortex-M de Internet de las cosas (IoT): de baja potencia, restringido y conectado. Mbed OS

proporciona una capa de abstracción para los microcontroladores en los que se ejecuta, de modo que los desarrolladores pueden escribir aplicaciones C / C ++ que se ejecuten en cualquier placa habilitada para Mbed.

Mbed OS utiliza una capa de abstracción de hardware (HAL) para admitir las partes más comunes de un microcontrolador, como los temporizadores. Esta base facilita la escritura de aplicaciones frente a un conjunto común de interfaces de programación de aplicaciones (API); su dispositivo incluye automáticamente las bibliotecas necesarias y la compatibilidad con controladores para periféricos MCU estándar, como I2C, Bus y SPI.

El HAL también sirve como punto de partida cuando se agrega soporte para nuevos objetivos o funciones a los objetivos existentes. Trabajamos en estrecha colaboración con nuestros socios de silicio para trasladar estas nuevas funciones a las placas de desarrollo habilitadas para Mbed.

La estructura de Mbed OS permite combinar aplicaciones y sistemas de almacenamiento. En otras palabras, cuando las opciones de almacenamiento a nivel de bloque varían y dependen de la aplicación, puede elegir el sistema de archivos que mejor se adapte a su dispositivo IoT. El sistema de archivos FAT, respaldado por una tarjeta SD, proporciona compatibilidad con otros sistemas operativos, como Windows, Mac OS o Linux. Cuando la alta confiabilidad y la recuperación de fallas de energía son importantes, tiene sentido usar nuestro sistema de archivos integrado, respaldado con un chip flash (Q) SPI NOR. Finalmente, Mbed OS implementa la capa de retargeting y la integración del proceso de arranque de cada cadena de herramientas compatible para usted, por lo que el desarrollo de aplicaciones se siente similar al desarrollo de C o C ++ para cualquier otro sistema operativo [1].



Fig. 23 MBED [32]

### 2.13.2 Conectividad

Arm trabaja con sus socios para habilitar Bluetooth Low Energy, NFC, RFID, LoRa, 6LoWPAN-ND, Wi-SUN, Ethernet, Wi-Fi, IoT celular y móvil (LPWA) en todos los dispositivos y arquitecturas de sistemas que ejecutan Mbed OS. Mbed OS ofrece un núcleo estable de tecnologías de conectividad existentes. Al mismo tiempo, agrega versiones modernas en versiones trimestrales de funciones, lo que lo mantiene informado de las tendencias de la industria para que pueda realizar la transición a soluciones nuevas e innovadoras que generan valor comercial.

Las pilas de redes y conectividad son lo suficientemente flexibles para satisfacer las necesidades de los diseños de dispositivos de IoT más exigentes, ya sea una combinación de un microcontrolador de chip único y radio, o varios chips conectados a través de buses seriales. Los diseñadores de sistemas pueden confiar en nuestras pilas de conectividad certificadas debido a su madurez, interoperabilidad y componentes validados [1].

### 2.13.3 Seguridad

Pelion IoT Platform tiene seguridad incorporada en todos los niveles, enfatizando tanto la protección contra violaciones como la mitigación de sus

consecuencias. Además de los servicios en la nube reforzados, las pilas de comunicación sólidas y las actualizaciones de firmware seguras, Mbed ofrece dos bloques de construcción integrados específicos de seguridad: Arm Mbed TLS y Secure Partition Manager (SPM) que cumple con las mejores prácticas de la industria como parte de la arquitectura de seguridad de la plataforma de Arm. Mbed TLS protege los canales de comunicación entre un dispositivo y una puerta de enlace o servidor, y el uso de un administrador de particiones seguro y dominios de seguridad aislados para servicios de sistemas confiables reduce la superficie de ataque. En conjunto, esto proporciona un modelo de seguridad único de chip a nube, que se basa en las capacidades de bajo nivel que brindan los socios de silicio del ecosistema de Arm para proteger los datos y la identidad de los dispositivos conectados a la nube.

Nuestro enfoque de la seguridad es aprovechar los protocolos, cifrados y conjuntos de cifrado estándar de la industria de vanguardia siguiendo las recomendaciones del NIST y otras organizaciones relacionadas. Esto nos da acceso al último trabajo de la comunidad de investigación de seguridad global, en lugar de un recurso interno limitado. Regularmente verificamos los resultados de estos esfuerzos con revisiones de código, ejercicios de penetración y otros métodos [1].

#### **2.14 El can**

El can o también llamado (*Canis lupus familiaris*) da lugar a varias teorías de orígenes, la cual más se ajusta que ascendiente del lobo ya domesticado, con el paso del tiempo se han creado vínculos entre el humano y el can, la cual ayudaban a sus amos a realizar tareas como la cacería, auxiliares de guerra, guardia, entre otros. [24]



Fig. 24 Canis lupus familiaris [34]

#### **2.14.1 El can como mascota**

En la actualidad los canes son considerados como un miembro más para la familia ya que nos ofrecen su protección, compañía y sobre todo la incondicionalidad que demuestran hacia los adultos y niños, lo que ha conllevado a convertirse en una necesidad para muchas familias tanto para zonas rurales como urbanas. Ahí estudios que demuestran que los canes pueden ser parte de tratamientos terapéuticos y psicológico creando así vínculos para la salud mental y como ayuda a las personas que tengan enfermedades crónicas con la finalidad de poder sobrellevarlo [25].

#### **2.14.2 Raza canina**

Existen una gran cantidad de razas caninas que comparten características muy similares como comportamiento y aspecto otras cualidades por la cual se distingue son el peso y el tamaño, el cual se han dividido en tres grupos: pequeños, medianos y grandes. [26]

- Pequeños. - Esta raza consta con un peso de 3 – 14 kilos los cuales conllevan ventajas en cuanto a las otras razas, debido a que son tranquilos se los pueden transportar fácilmente en cuanto a paseo no requieren gran actividad física.



- Medianas. – Esta raza consta con un peso 14 – 25 kilos los cuales se adaptan en espacios medianos y grandes cuyos cuidados son de facilidad al momento atenderlos.
- Grandes. – Esta raza consta con un peso mayor a 25 kilos son ideal para compartir horas de ejercicios, ya que corren trayectos hasta de 70 km, por lo general con tendencias independientes.

### **2.14.3 Alimentación Canina**

La alimentación canina es uno de los factores importantes a la hora de suministrarle el alimento por la cantidad de calorías que deben consumir al día, el funcionamiento de su organismo y el nivel de actividad que realiza diariamente todos aquellos factores depende mucho de la edad, el peso y la raza que posee el can. Para una buena alimentación es primordial que cuente con agua fresca y limpia para beber todo el tiempo como también debe mantener un horario fijo a la hora de la comida y en un solo lugar.

Existen algunas variedades de comida para canes como son las comidas caseras, comidas enlatadas, comidas comerciales, croquetas, entre otras, en las cuales las más recomendadas por los veterinarios son las comidas caseras ya que poseen de los nutrientes, calorías y vitaminas adecuadas para la salud del can [25].

La dosificación de comida adecuada para canes, se muestran en la TABLA V:

TABLA V PORCION DE ACUERDO CON LA EDAD VS TIEMPO [3]

Tamaño del perro	EDAD			
	1-3 meses	3-5 meses	5-8 meses	8-12 meses
1-5 Kg	25-100 g	40-130 g	45- 130 g	40 g
5- 12 Kg	70-240 g	110 – 280 g	130 – 290 g	130 g
12-45 Kg	130- 410 g	240- 480 g	280 -450 g	290- 420 g
25- 45 Kg	210 -500 g	410- 760 g	480- 840 g	450- 700 g
45- 70 Kg	280 -700 g	590- 1020 g	760- 1100 g	840- 1100 g

#### 2.14.4 Croquetas

Las croquetas ayudan a los canes a fortalecer los huesos, las membranas celulares y los órganos principales ya que contienen vitaminas A, D, E y F que son el almacenamiento de lipocitos en el organismo y las vitaminas B Y C que son cantidades pequeñas de hidrosolubles retenidas en el cuerpo y los minerales que se agrupan en macrominerales como calcio, magnesio, potasio, sodio y microminerales como el cobre, hierro, magnesio, etc. [25]



Fig. 25 Croquetas [35]

#### **2.14.5 Agua**

El elemento fundamental de vida o agua es esencial para tanto para la hidratación los seres humanos como también para los caninos que en ocasiones no son capaces de tomar el agua que requieren ya que va ligada directamente a la salud y actividad física que realiza.

Es importante que los canes puedan beber constantemente el agua para que tengan una buena salud, al no hidratarse por más de veinte cuatros horas pueden generar enfermedades. La ventaja de tener un dosificador de alimento que incluya agua puede ayudar al can mantenerse hidratado. [25]

#### **2.14.6 Enfermedades caninas por la mala alimentación**

Una mala alimentación puede causar al can a padecer de enfermedades como: la obesidad, hiperparatiroidismo, osteodistrofias, piel escamosa, diarrea, vomito, letargo y patologías cardiovasculares. [26]

- Hiperparatiroidismo: Esta enfermedad es poco común en perros y con un menor porcentaje en un gato, se debe a la falta de calcio presente en la comida o que conlleva a nivel intestinal, renal, tracto unitario, neuromuscular y cardio.
- Obesidad: La obesidad en las mascotas ocasiona problemas en el crecimiento de las mascotas y en adultos genera problemas articulares, cardio y diabetes.
- Diarrea y Vómitos: La diarrea en las mascotas la mayoría de las veces es causada por comidas que les sientan mal o debido al exceso de comida, aunque también las crónicas las pueden ocasionar paracitos.
- Piel escamosa: La causa para esta enfermedad es la carencia de ácidos grasos en la alimentación y omega-3.

- Letargos: Generalmente se da por la disminución de actividad en las mascotas, además presenta cambios en su apetito, o simplemente se reusa a comer.

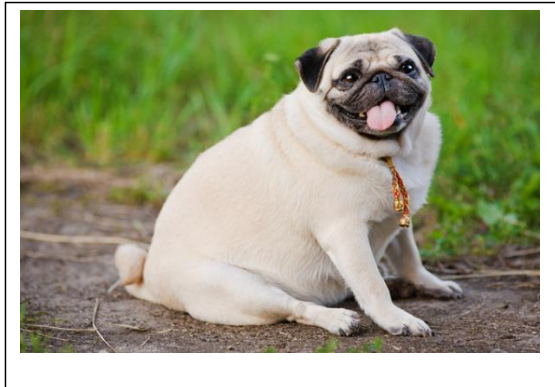


Fig. 26 Enfermedad de la obesidad [35]

## 2.15 Dispensador de comida

El dispensador de comida canino permite el ingreso del alimento por medio de una tolva o almacenamiento especialmente hecho de plástico, poliestireno, acero inoxidable, acrílicos, vidrio y cerámicas evitando la descomposición de la comida y garantizar que sea resistente al peso que se requiere implementar, de tal forma que el alimento pase por un mecanismo de dosificador directo al recipiente del consumidor. [25]

### 2.15.1 Sistemas de dosificación

Los sistemas de dosificadores son dispositivos compuesto por servomotores, motores eléctricos, cilindros neumáticos que actúan para controlar y regular la cantidad adecuada del producto. Un sistema de dosificación consta de parámetros y características que se debe tomar en cuenta de acuerdo a la necesidad, como son: [27]

- Naturaleza y características de la sustancia a manipular

- Precisión deseada
- Despacho de los componentes
- Cantidad de dosis necesarias o dinámica del despacho
- Modo de servicio

Se distinguen en dos clases de dosificadores

- De solidos secos
- De liquido

#### **2.15.2 Dosificador de alimentos sólidos**

Generalmente los dosificadores de alimentos sólidos están constituidos por tolvas un sistema de dosificación y una boquilla o abertura en el cual se despacha el producto. Existen dos formas de dosificar el alimento sólido, por dosificación volumétrica la más simple y económica donde la cantidad de expulsión depende por la unidad de tiempo. La segunda es la dosificación gravimétrico o dosificación en función del peso, que se basa a partir de instrumentos de medición en la cual el material se controla y se ajusta a la presión. [25]

#### **2.15.3 Dosificador de tornillo**

El dosificador de tornillo sin fin se encuentra en la parte inferior de la tolva en la cual realiza la dosificación de materiales ya que el tornillo crea un flujo de un solo sentido que moviliza el material. La velocidad que gira el tornillo es debido a la velocidad de los engranajes que esta acoplada a un motor eléctrico [36].

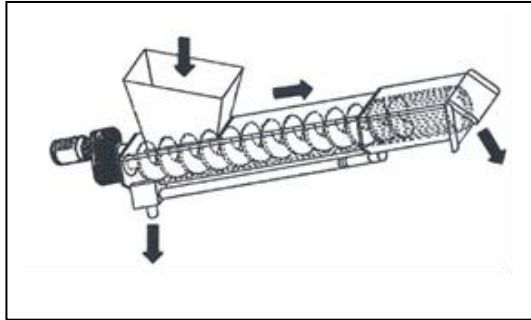


Fig. 27 Dosificador de tornillo sin fin [35]

#### 2.15.4 Dosificador de compuerta rotativa

El dosificador de compuerta rotativa controla el despacho del material por un sistema de compuertas en forma de hélices que se mueven mediante un motor y gira a una cantidad determinada, suelen ser robusta por lo que puede causar atascamiento con la materia [36].

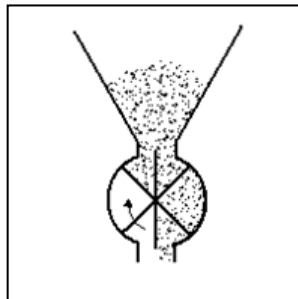


Fig. 28 Dosificador de compuerta rotativa [35]

#### 2.15.5 Dosificador de banda rodante

Son los dosificadores más utilizados en las industrias fundamentalmente para el transporte de materiales. El funcionamiento de la banda transportadora consiste en movimientos de un soporte físico continuo, la velocidad y capacidad de carga dependerán de las características del material a desplazar [6].

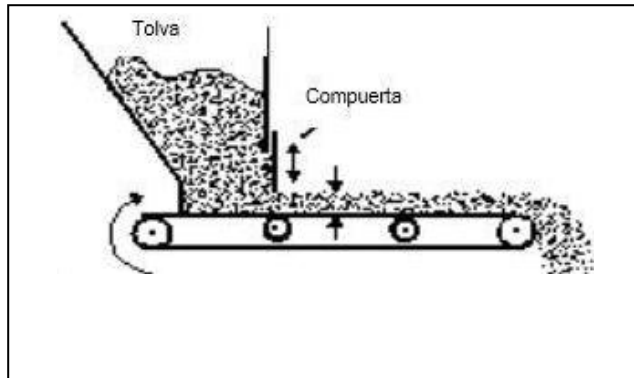


Fig. 29 Dosificador de banda rodante [35]

#### 2.15.6 Dosificador para líquidos

Los sistemas de dosificación para líquidos funcionan a base de elementos hidráulicos y neumáticos a diferencia de los dosificadores sólidos que trabajan con motores y tornillo sin fin. El subsistema de transportación los actuadores como son cilindros neumáticos, electroválvulas, bombas hidráulicas, entre otros, ayudan a la descarga del líquido con la porción correcta de acuerdo con la aplicación y necesidad del usuario [25].

#### 2.15.7 Dosificador por presión

El dosificador por presión funciona sin electricidad por lo que su sistema de funcionamiento es por medio de rotores de polímeros, con escobillas elastómero. Los rotores accionan una biela manivela apoyando en un rodamiento con un mecanismo reciproco de succión [27].

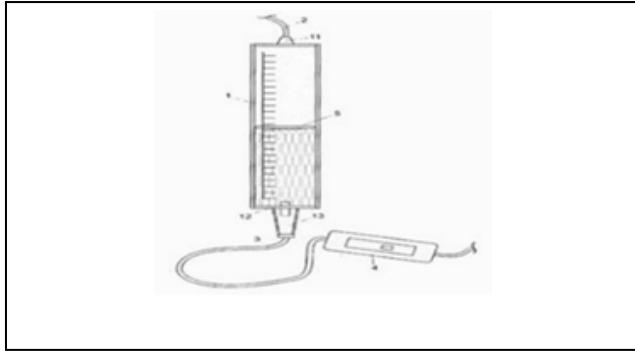


Fig. 30 Dosificador de presión de líquidos [35]

#### 2.15.8 Dosificador isobárico

El dosificador isobárico es un sistema de control del líquido por unidad de tiempo, compuesto por un tanque y válvula de cierre, se utiliza en las envasadoras de agua, leche, vino, entre otros [27].



Fig. 31 Dosificador isobárico [35]



### **3 MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Metodología de la investigación**

El método aplicado para elaborar el proyecto es el método lógico inductivo en el cual consiste en la recolección de datos sobre casos específicos a partir de la observación de hechos, donde se elevan conocimientos generales y su análisis para crear teorías o hipótesis.

En el proyecto se plantea realizar un prototipo cuya función se enfocará en la dosificación de alimentos y agua para mascotas caninas la cual se encontrará vinculada para la aplicación de este proyecto mediante el diseño de la placa STM32 utilizando como el servidor inalámbrico bajo programación, codificando los requerimientos que se necesitan para su correcto funcionamiento de los sensores eléctricos/inalámbricos y actuadores, complementada mediante una aplicación creada en sistema Android en un teléfono celular con la finalidad de obtener un control de forma remota para la comodidad del usuario.

##### **3.1.1 Técnica de investigación**

Se compone al conjunto de mecanismos, recursos dirigidos a recolectar información y conocimiento, conservar y transmitir los datos sobre lo que se investiga

##### **3.1.2 Técnica de campo**

Se realizó el estudio en el lugar planteado a implementarse el proyecto de titulación, técnica implementada al realizar las pruebas con el servidor inalámbrico, aplicación Android y los sensores, actuadores que se encuentre con el equipo dosificador.

### 3.2 Procedimiento del proyecto

- Investigación del proyecto
- Equipos y diseños
- Implementación y pruebas
- Finalización de la Instalación

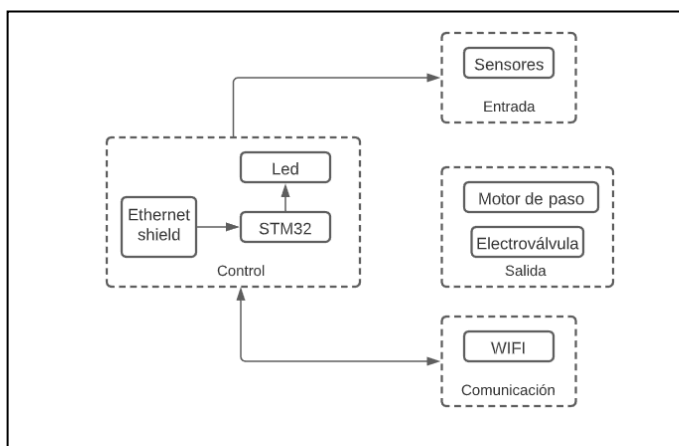


Fig. 32 Esquema general del funcionamiento (AUTOR)

## 4 VISTAS PRELIMINARES

Las vistas preliminares que se define para el presente proyecto se enfocan en la cantidad de almacenamiento del dosificador de comida y agua, software a utilizar, materiales y modo de dosificación tal como se describe a continuación

### 4.1 Aspectos del prototipo relacionado con la mascota

- Dosificar el alimento sólido “croquetas” agua para el perro.
- La cantidad máxima de almacenamiento de comida en el plato será de 500g
- La cantidad máxima de almacenamiento del agua en el plato será de 450ml

### 4.2 Energía renovable

- El diseño de la estructura física se realizará en el software AutoCAD.

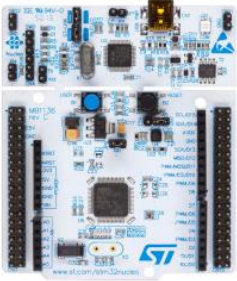

- El dispositivo de control a implementar será SMT32
- El prototipo contara con un sistema de dosificador de alimento y agua
- EL prototipo contara con un sistema de alarma.
- Contará con una aplicación para dispositivos Android.


## 5 ETAPAS

### 5.1 Primera etapa (investigación del proyecto)

Se realizó las respectivas investigaciones y funcionamiento para la cotización de cada elemento electrónico como son los módulos, sensores, actuadores y materiales varios para la estructura del dosificador.

TABLA VI ELEMENTOS ELECTRÓNICOS (AUTOR)

PIEZAS	DESCRIPCIÓN
 <p>STM 32</p>	<p>El controlador STM32 permite la interacción con todos los equipos eléctricos.</p>
 <p>ETHERNET SHIELD</p>	<p>Placa montable de arduino que permite conectarse a internet mediante un puerto RJ45. Permite visualizar la página web.</p>

 <p><b>SENSOR DE PESO</b></p>	<p>Transductor capaz de convertir una fuerza en una señal eléctrica, la cual nos permitirá conocer el peso sé que se encuentre en el plato.</p>
 <p><b>SENSOR ULTRASONICO HC-SR04</b></p>	<p>Permite conocer la cantidad de líquido que se encuentra en el recipiente.</p>
 <p><b>SENSOR DE NIVEL DE AGUA- TIPO FLOTADOR</b></p>	<p>Permite el accionamiento el encendido y apagado de la electroválvula cuando el sensor se encuentre en el tope más bajo del tanque y viceversa.</p>
 <p><b>MOTOR 28BYJ-48</b></p>	<p>Realiza movimientos consecutivos junto con el tambor para la descarga del alimento al recipiente.</p>

 <p><b>ELECTROVÁLVULA SOLENOIDE</b></p>	<p>Permite el paso del líquido que se encuentra conectado directo a la toma de agua.</p>
 <p><b>MINI BOMBA R385</b></p>	<p>Procede con la descarga del líquido hacia el recipiente.</p>
 <p><b>MÓDULO RTC</b></p>	<p>Guarda los datos de la hora y fecha en el microcontrolador para ser activada junto con el dispensador de comida.</p>

TABLA VII MATERIALES MECÁNICOS (AUTOR)

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
 <p data-bbox="408 801 523 831"><b>ACRILICO</b></p>	<p data-bbox="711 577 1051 775">Es un Termoplástico rígido excepcionalmente transparente que puede ser trabajada para darle una gran variedad de formas valiéndose de distintos procesos industriales, artesanales y artísticos.</p>
 <p data-bbox="408 1137 523 1167"><b>TANQUES</b></p>	<p data-bbox="711 987 1051 1043">Envases para el llenado de alimento de mascota y agua.</p>
 <p data-bbox="387 1406 542 1435"><b>RECIPIENTES</b></p>	<p data-bbox="711 1279 1051 1335">Platos para la comida y agua de la mascota.</p>
 <p data-bbox="347 1731 582 1760"><b>TUBO PVC FLEXIBLE</b></p>	<p data-bbox="711 1503 1051 1697">El tubo de PVC transparente flexible es un material de una sola capa, fabricado por extrusión en vinilo transparente plastificado. Su una gran flexibilidad lo convierte en un producto fácil de mecanizar e instalar.</p>

## 5.2 Segunda etapa (Diseño y análisis del HARDWARE)

### 5.2.1 Diseño del proyecto

Para el diseño e implementación del prototipo se procede a crear un diagrama de flujo general del proyecto, la cual se especificará las partes importantes. Como se puede observar en la Fig. 33 el diagrama general de la dosificación del alimento, en la cual, al inicializar el equipo, inmediatamente procede a dosificar el alimento a las horas que sean designadas por el usuario. En la Fig. 34 se especificará las partes importantes del diagrama general de la dosificación del agua, en la cual, al inicializar el equipo, los sensores envían mensajes al controlador para el accionamiento de la bomba.

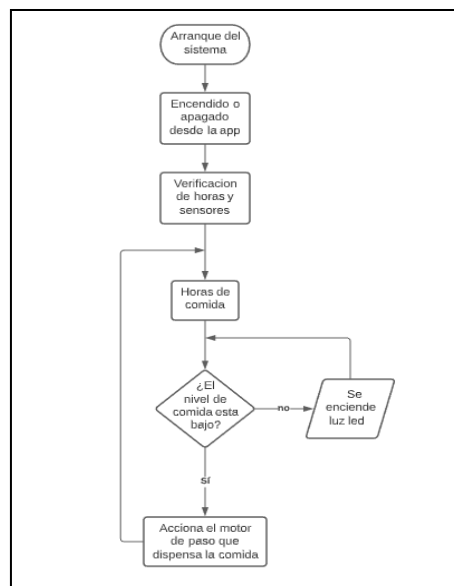


Fig. 33 Dosificador de alimento (AUTOR)

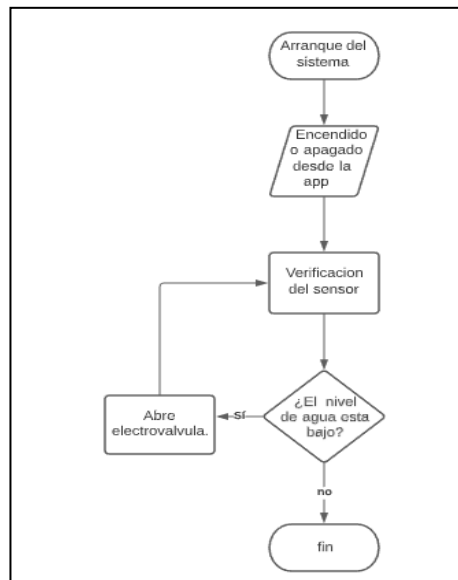
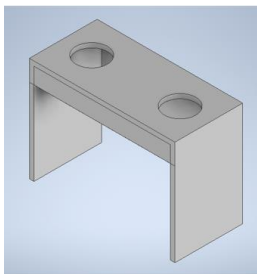


Fig. 34 Dosificador del Agua (AUTOR)

### 5.2.2 Creación del prototipo de la estructura

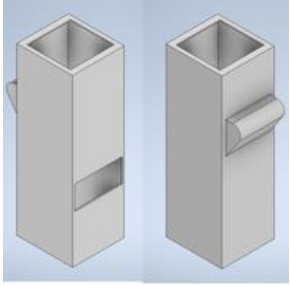
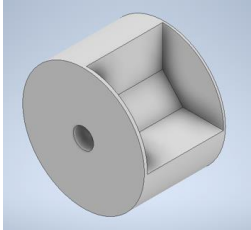
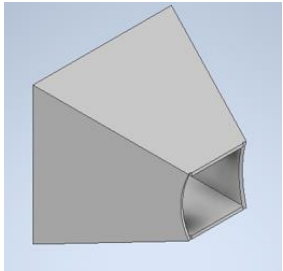
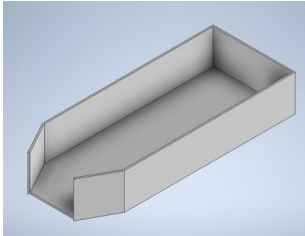
Se comenzó a realizar los primeros bosquejos de la estructura y el diseño de la aplicación adecuada con sistema Android que se desarrolla para el control de forma remota del dosificador.

TABLA VIII DISEÑO DE LA ESTRUCTURA (AUTOR)

PIEZA	PARTES	DIMENSIONES
	✓ Estructura	Alto: 42cm Ancho: 26cm

Comentado [JAAM1]: cita



	<p>✓ Dosificador de comida.</p>	<p>Alto: 42cm Ancho: 14cm</p>
	<p>✓ Tambor recolector de producto.</p>	<p>Radio: 12cm Abertura: 7cm</p>
	<p>✓ Tolva</p>	<p>Laterales: 10cm Radio: 6cm</p>
	<p>✓ Rampa</p>	<p>Ancho: 23cm Largo: 30cm Laterales: 5cm</p>

### 5.2.3 Pruebas de los equipos

El controlador stm 32 dispone de salidas perfectas para controlar cargas y su ves que su consumo sea poco, para proteger al microcontrolador se procede a usar un relé para controlar los equipos con consumos más elevados.

#### 5.2.3.1 Módulo de cuatro relés

El módulo relay de 4 canales funcionan a 5 vatios hasta 250 voltios, 10 amperes, mediante bobinas en la cuales cada una consume unos 90 miliamperios ver Fig. 35

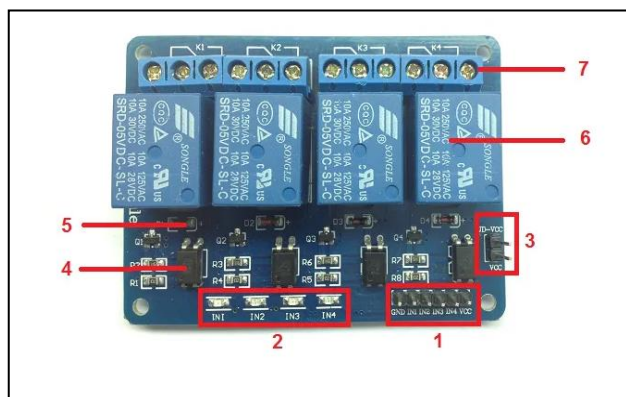


Fig. 35 Componentes del módulo de 4 relés [40]

1. Conectores de entradas (IN1 a IN4), alimentación en masa y energía de 5v.
2. Leds indicadores de los estados de energía de los relés.
3. Jumper selector para alimentación de los relés.
4. Optoacopladores de tipo FL817C
5. Diodos de protección
6. Relés de 5v que soportan 10 A a una tensión de 250V
7. Borneras (Común, normalmente abierto y normalmente cerrado)

La Fig. 36, muestra el circuito esquemático de un canal que componen al relay, el resto de los canales tiene el mismo circuito.

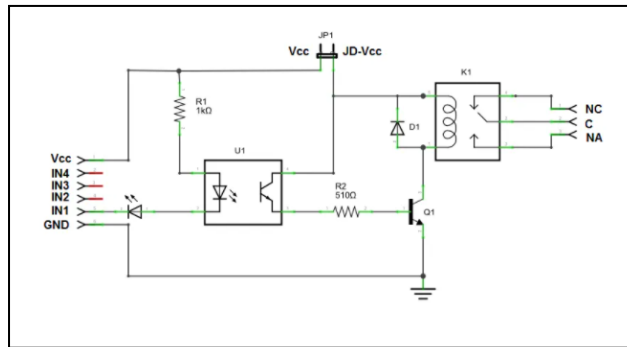


Fig. 36 Circuito esquemático de un canal [40]

### 5.2.3.2 Sensor ultrasonido HC-SR04

El sensor ultrasonido HC-SR04 ver Fig. 37, está compuesto por un emisor y receptor en la cual mide la distancia del objeto o fluido de la salida del alimento y cantidad de agua que el dosificador entregue, enviando pulsos de ultrasonidos midiendo en tiempo que transcurre hasta devolver dicho pulso.

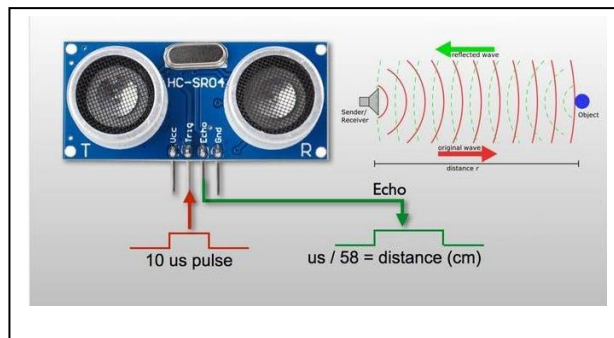


Fig. 37 Funcionamiento del sensor HC-R04 [41]

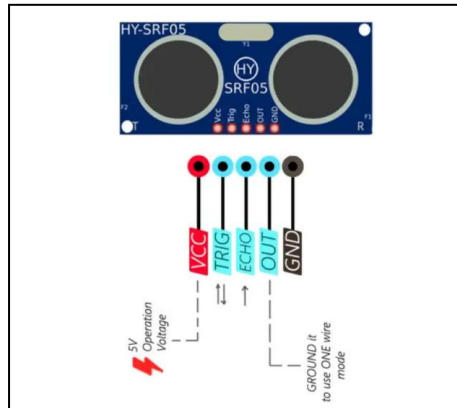


Fig. 38 Descripción de los pines del sensor [42]

1. Vcc: Pin de alimentación de 5V.
2. Trigger: Pin de entrada, inicia la medición de distancia hasta el objeto.
3. Echo: Devuelve por medio de pulsos la señal.
4. Gnd: Pin negativo de alimentación.

La Fig. 39 se muestra la conexión del sensor con el microcontrolador STM32.

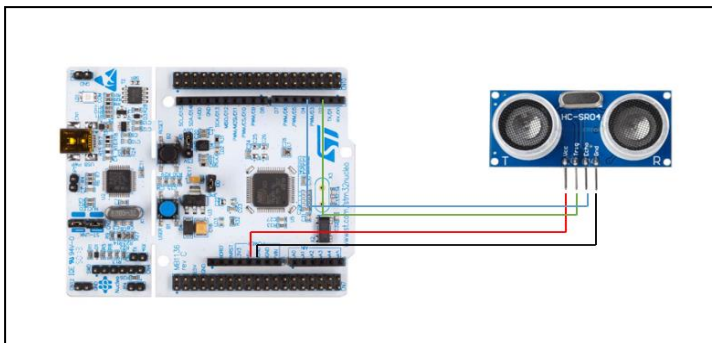


Fig. 39 Conexión del sensor HC-SR04 a la placa STM 32 (AUTOR)

La Fig. 40 se muestra la prueba realizada con el sensor de ultrasonido a una distancia aleatoria y la placa STM32, para determinar la distancia que existe hasta el

obstáculo y el tiempo que tarda desde que se emite el sonido hasta que se recibe en el mismo punto.



Fig. 40 Pruebas de equipo; sensor ultrasonido y placa STM32 (AUTOR)

### 5.2.3.3 Sensor de peso

EL sensor de peso o celda de carga ver Fig. 41 consiste de una galga extensiométrica unidas a cuatros cables de salida que funcionan como un puente Wheatstone, es necesario que los cuatros cables estén conectados al módulo HX711 que convierte la fuerza a una señal eléctrica.

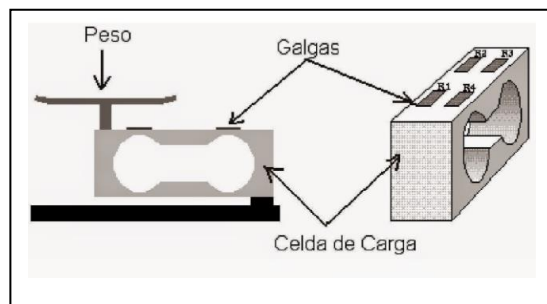


Fig. 41 Funcionamiento del sensor de peso [43]

La Fig. 42 y la tabla IX se muestra la conexión y descripción del módulo HX711.

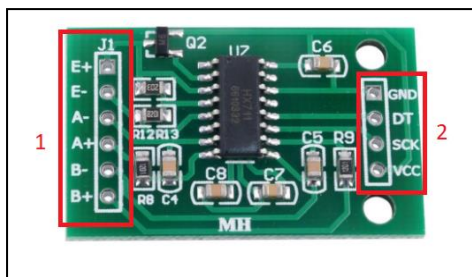


Fig. 42 Puertos del módulo HX711 [44]

TABLA IX DESCRIPCION DE LAS CONEXIONES DEL MODULO HX711 [45]

Pin	Descripción	Se conecta a	Pin	Color cable
E+	Voltaje de excitación	Celda de carga	N/A	Rojo
E-	Voltaje de excitación	Celda de carga	N/A	Negro
A+	Amplificador +	Celda de carga	N/A	Blanco
A-	Amplificador -	Celda de carga	N/A	Verde
DT	Datos	STM 32	A1	N/A
SCK	Serial Clock	STM 32	A0	N/A
Vcc	2.7 a 5.5V	Vcc	N/A	N/A
GND	Tierra del circuito	GND	N/A	N/A

La fig. 43 se muestra la conexión del sensor de peso con el módulo HX711 y la placa STM32.

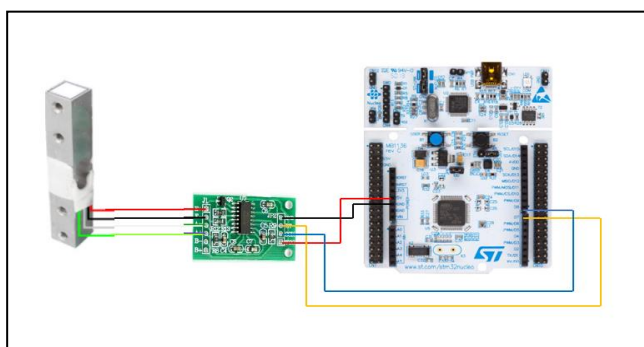


Fig. 43 Conexión del sensor de peso a la placa STM32 (AUTOR)

La Fig. 44 se muestra la prueba realizada con el sensor de peso y la placa STM32 en la cual censa la cantidad de alimento que el dosificador entregue al recipiente.



Fig. 44 Pruebas con el sensor de peso (AUTOR)

#### 5.2.3.4 Motor paso a paso

Los motores unipolares se componen de dos bobinas, cada una con una derivación en el centro. Las divisiones son dos cables separados que contiene el motor, como se muestra en la Fig.45. Los motores unipolares se caracterizan por ser el más simple de controlar, suelen tener 5 o 6 cables de salida dependiendo de su conexión interno.

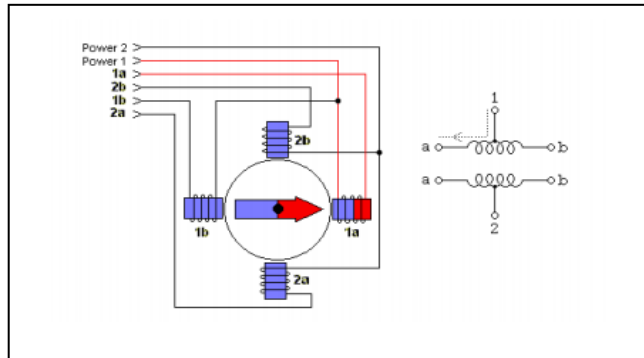


Fig. 45 Secuencia de paso [46]

En la Fig. 46 y tabla 6 se muestra las conexiones y la descripción del módulo UNL2003.

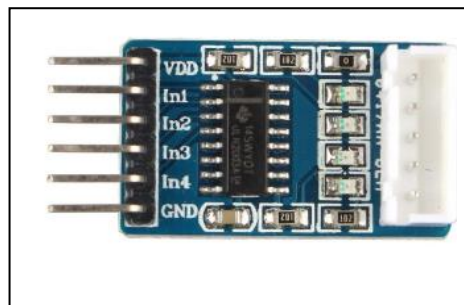


Fig. 46 Puertos del módulo unl2003 [8]

TABLA X DESCRIPCION DE LOS PUERTOS DEL MODULO UNL2003  
(AUTOR)

Pin	Descripción	Se conecta a	Pin
VDD	5V	VDD	N/A
Ln1	Entrada	STM32	PA_7
Ln2	Entrada	STM32	PB_6
Ln3	Entrada	STM32	PC_7
Ln4	Entrada	STM32	PA_9
GND	TIERRA DEL CIRCUITO	GND	N/A

La fig. 47 se muestra la conexión del motor con el módulo unl2003 y la placa STM32.



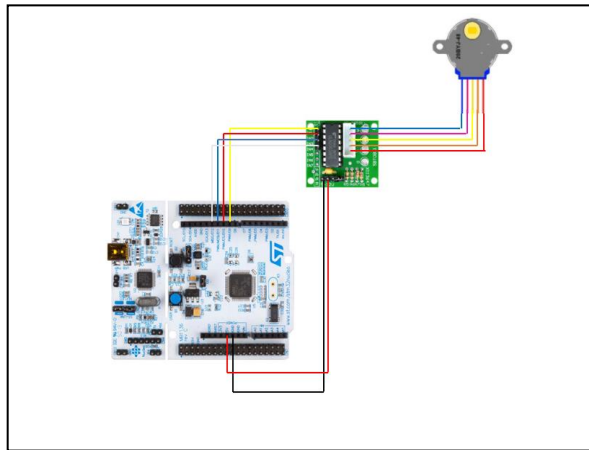


Fig. 47 Conexión motor paso a paso y placa STM 32 (AUTOR)

Se procede a realizar pruebas como se muestra en la Fig. 48 la cual el motor de paso unipolar emplea una secuencia tipo wave drive de dos tiempos que ayuda a descargar el alimento en el reservorio.

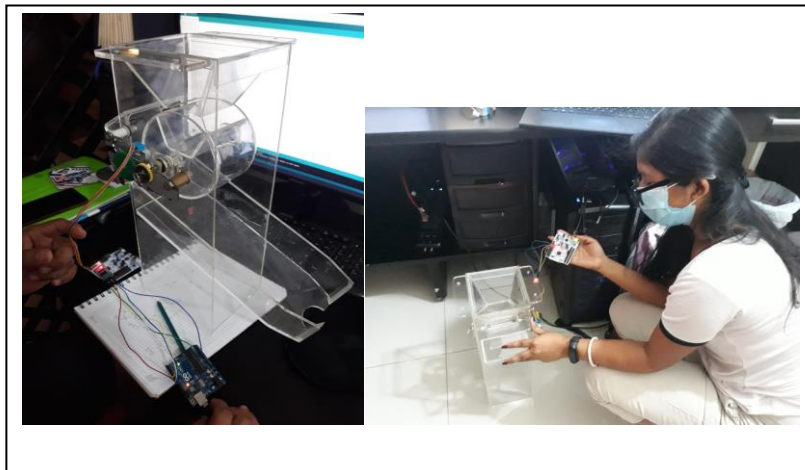


Fig. 48 Se realizan pruebas con el motor de paso y la placa STM32 (AUTOR)

### 5.2.3.5 Sensor de nivel flotador

El flotador lleva incorporado un imán que transmite la señal, bien a una pieza metálica en el exterior, a la cual se mueve en función del flotador o bien a un circuito que se abre o cierra en función de la presencia o no del flotador. En la Fig. 49 se muestra los contactos del sensor de nivel.



Fig. 49 Accionamiento del sensor de nivel [47]

La Fig.50 se muestra la conexión del sensor de nivel el módulo relé y la placa stm32.

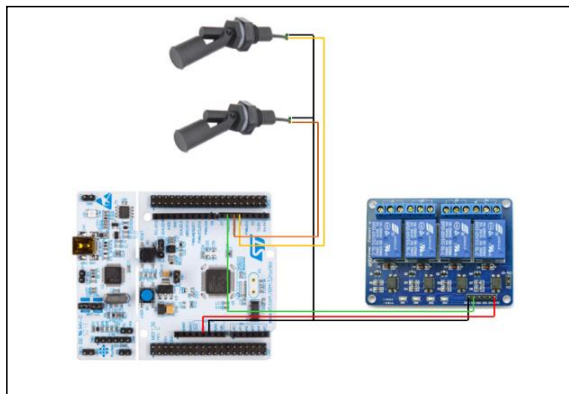


Fig. 50 Conexión del sensor de nivel (AUTOR)

Se realizan pruebas como se muestra en la Fig. 51 en la cual el sensor magnético se instala de forma horizontal en las paredes del tanque con sistema

standard de accionamiento para cada flotador. Proceso en el cual es detectar el nivel máximo y mínimo del agua del tanque y el accionamiento del sensor de nivel.



Fig. 51 Se realiza pruebas de altos y mínimos del sensor de nivel (AUTOR)

#### 5.2.3.6 Bomba de Diafragma R385

Este tipo de bomba de diafragma son usadas en dispensadores de agua como teteras, hervidores electricos, también puede ser utilizadas en acuarios. Permite dosificar el líquido mediante el aumento de presión que se realiza por el empuje de las paredes elásticas que varían el volumen de la cámara, aumentando o disminuyendo junto con las válvulas de retención que permite el bombeo.

En la Fig. 52 se muestra la conexión de la bomba de diafragma conjunto con el sensor de nivel.

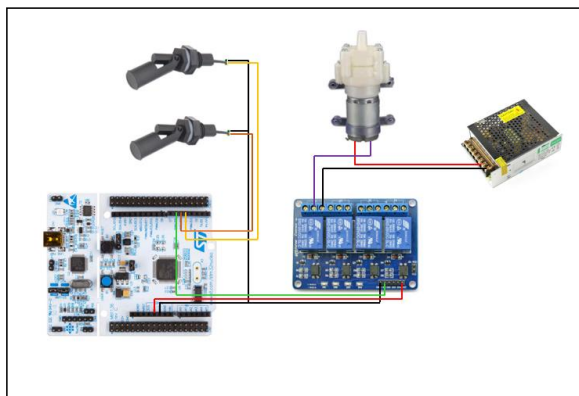


Fig. 52 Conexión del mini motor, rele y sensor de nivel (AUTOR)

Se procede a realizar pruebas como se muestra en la Fig. 53, la cual se observa el funcionamiento del motor de diafragma que se encarga de suministrar cierta cantidad de agua en el envase de la mascota.



Fig. 53 Se realizan pruebas con el motor de diafragma o bomba de agua (AUTOR)

### 5.2.3.7 Electroválvula

Una Electroválvula tiene como característica principal es su diseño electromecánico que se controla mediante corriente eléctrica a través de una bobina solenoidal.

En la Fig. 54 se muestra la conexión de la electroválvula más los componentes electrónicos que se entrelazan entre sí para el debido funcionamiento.

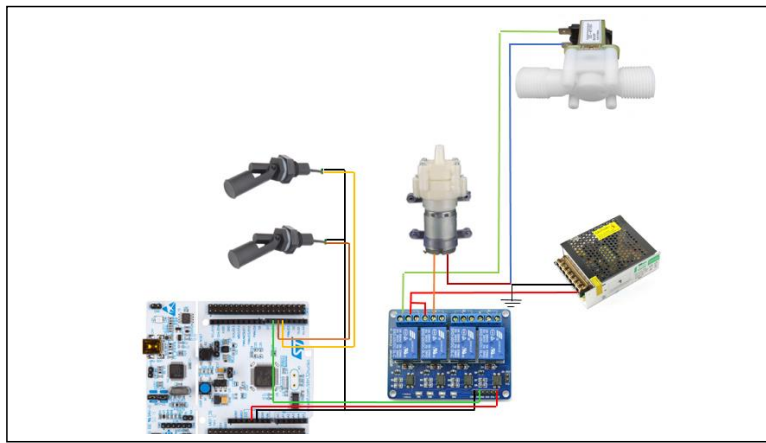


Fig. 54 Conexiones de la bomba de agua.(AUTOR)

Se procede a realizar pruebas como se muestra en la Fig. 55.

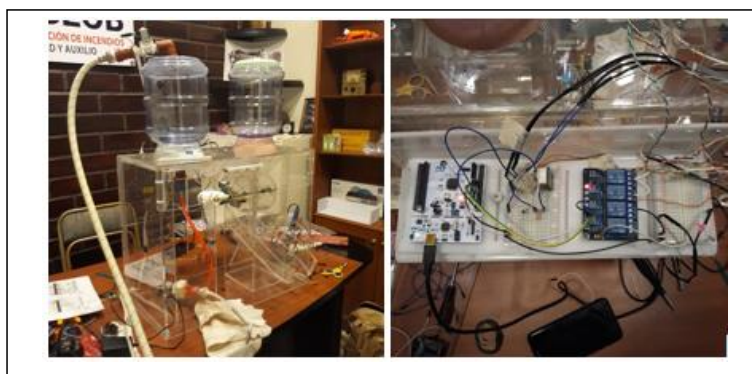


Fig. 55 Pruebas con el accionamiento de la electroválvula.(AUTOR)

## 6 IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

### 6.1 Ensamblaje de la estructura (Primera fase)

Se procede a construir la primera fase del dosificador de alimento y bebida hecho con cartones como se muestra en la Fig.56.



Fig. 56 Estructura de cartón (AUTOR)

### 6.2 Ensamblaje de la estructura (Segunda fase)

Se procede a construir el dosificador de alimento y bebida con el material acrílico con un espesor de 0,5mm con se muestran en la fig. 57.



Fig. 57 Estructura hecho de acrílico.(AUTOR)

### 6.3 Instalación de los componentes eléctrico

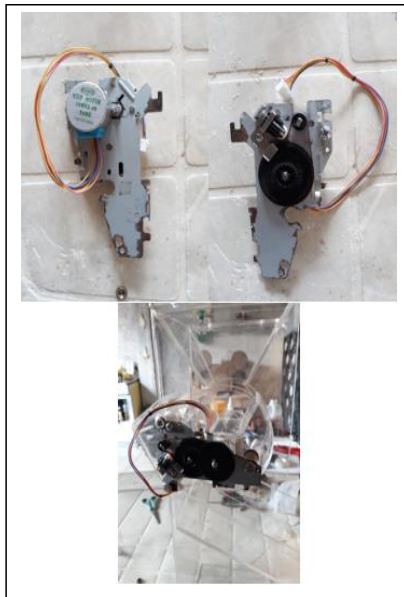


Fig. 58 Instalación del motor paso a paso con un sistema de engranajes (AUTOR)



Fig. 59 Instalación del sensor ultrasónico. (AUTOR)



Fig. 60 Instalación del sensor de nivel (AUTOR)





Fig. 61 Instalación de la electroválvula N/A (AUTOR)



Fig. 62 Instalación del motor de diafragma con un sistema de desfogue (AUTOR)

#### 6.4 Instalación de equipos en el gabinete (Caja plástica)

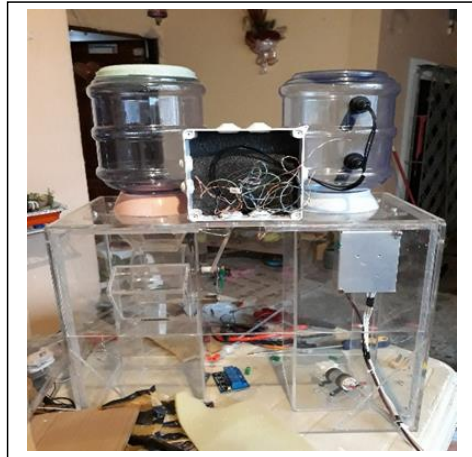


Fig. 63 Instalación del gabinete plástico. (AUTOR)

#### 6.5 Primeras modificaciones

Para las primeras modificaciones, se procede a cambiar el sistema de engranajes ver Fig. 64 que ayuda al motor 28BYJ-48 a realizar las revoluciones con mayor movilidad lo que permite que el tambor del dosificador de comida se mueva con precisión a la hora de depositar el alimento



Fig. 64 Cambio de sistema de engranajes (AUTOR)

De igual forma se procede a cambiar el gabinete plástico por la falta de espacio para la ubicación de las tarjetas y para ello se diseña un gabinete acrílico ver Fig. 65 con las dimensiones necesarias

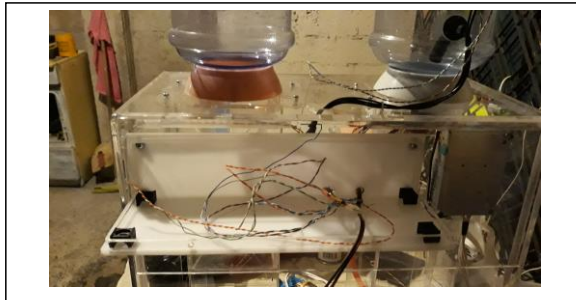


Fig. 65 Gabinete acrílico.(AUTOR)

#### 6.6 Segunda modificación

La segunda modificación se tuvo que reemplazar el motor 28BYJ-48 con el sistema de engranaje por un motor reductor DC de 12V debido que la potencia que entrega el motor 28BYJ-48 no era lo suficiente potente para el movimiento del tambor, con el motor reductor DC los giros del tambor son más estables y con mayor fuerza de torque, adicional para su funcionamiento se incluyó un puente H.

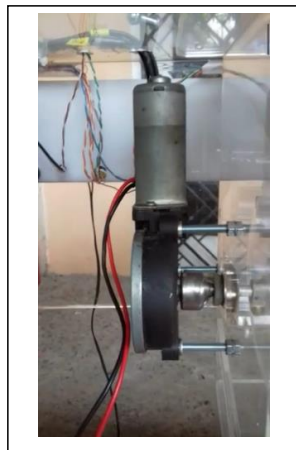


Fig. 66 Motor reductor DC (AUTOR)

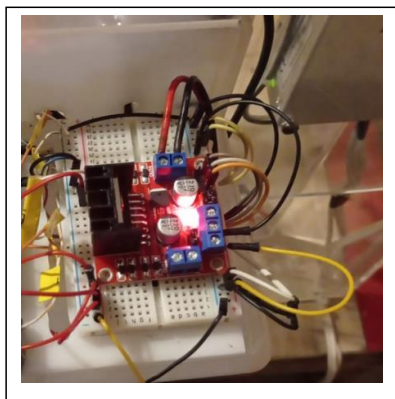


Fig. 67 Puente H (AUTOR)

## 7 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DEL DISPENSADOR

### 7.1 Mit app inventor 2

Mit app inventor 2 es una herramienta para el desarrollo de aplicaciones móviles para plataformas Android que incluye dos pantallas principales, una pantalla de diseñador, que es la interfaz gráfica de usuario (GUI) y el editor de bloques donde se agregan procedimientos a la aplicación codificado con bloques.

El programa permite trabajar en línea sin tener la necesidad de descargar el programa en el computador, solo se necesita un correo para permitir el desarrollo y la creación de una aplicación dentro de un sistema más abierto que es Android, este ingenio se debe a un pequeño equipo de personal y estudiantes de CSAIL, dirigido por un profesor Hal Abelson formando el centro de un movimiento internacional de inventores; este sistema permite crear y diseñar en un entorno gratuito con acceso a todos sirviendo a más de seis millones de usuarios registrados [1].

## 7.2 Crear la app Android para el control y monitoreo de la dosificación de la comida y bebida del dosificador

Para la creación de una aplicación primero debe tener en cuenta el diseño lo que conlleva a investigar y comprender el tipo de programación lógica que implementa App inventor 2 teniendo como ventaja de ser una interfaz amigable y mucho más fácil de manejar.

A continuación, se aprecia el primer screen o primera pantalla que se diseñó.

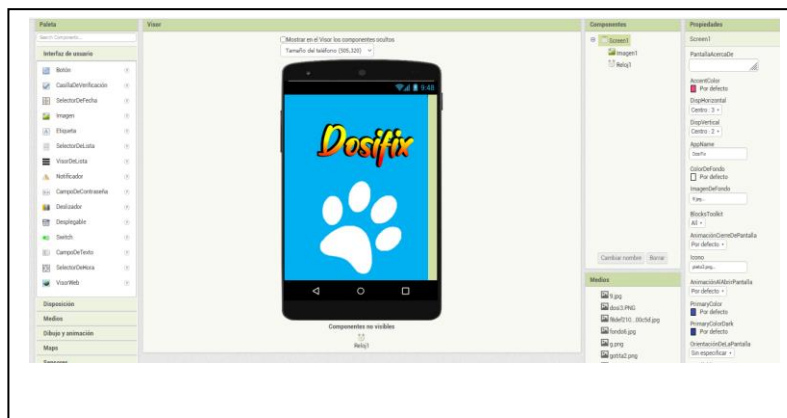


Fig. 68 Diseño y creación de la aplicación (AUTOR)

DosiFix (Screen 1):

La primera pantalla muestra la presentación del dosificador también llamado Dosifix para ofrecer al usuario una vista agradable para su uso.

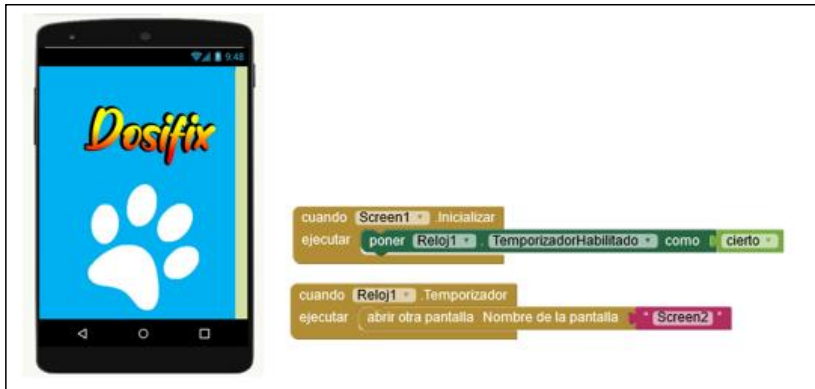


Fig. 69 Pantalla principal (AUTOR)

Inicializar (Screen 2):

El diseño de la segunda pantalla muestra el botón inicializar el cual permite acceder a los escenarios del dosificador.

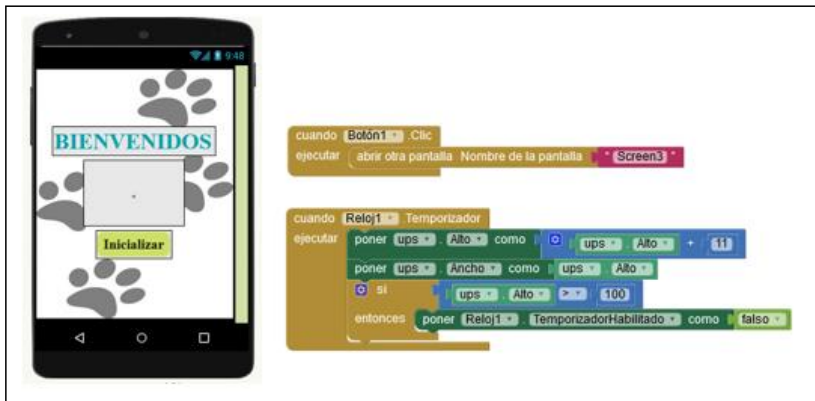


Fig. 70 Diseño y programación del screen 2 (AUTOR)

Monitoreo y control (Screen 3):

Al dar clic al menú desplegable se encontrará con los dos botones que permite realizar diferentes acciones como salir de la aplicación y mostrar el servidor.

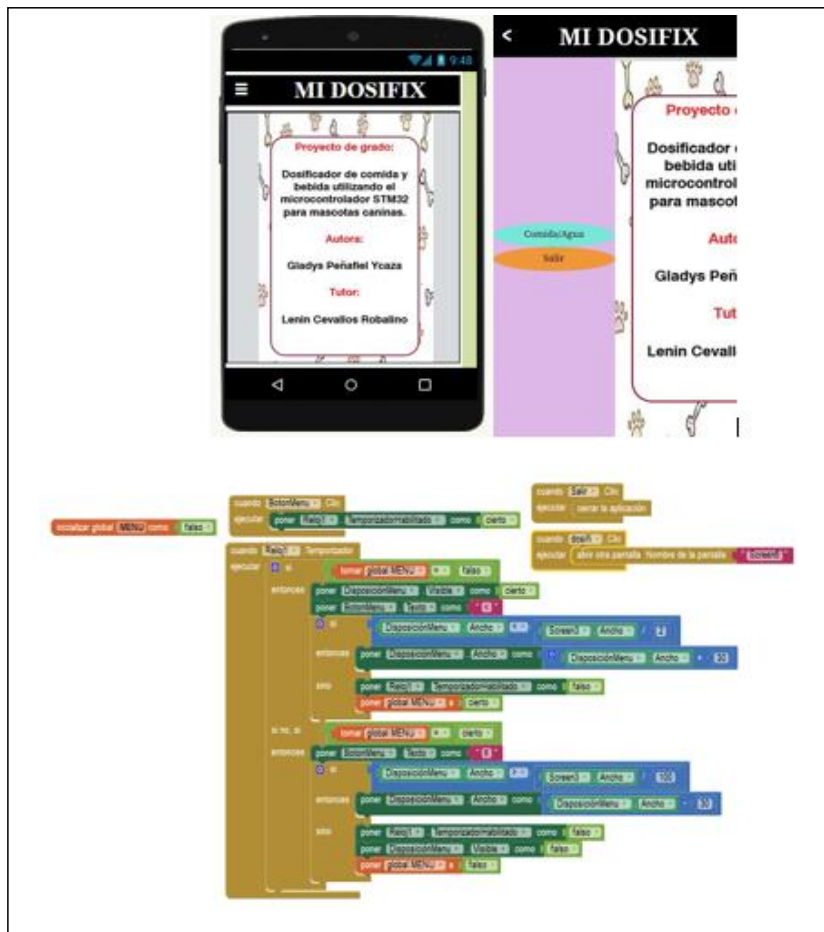


Fig. 71 Diseño y programación del screen 3 (AUTOR)

#### Servidor principal (Screen 4):

En la cuarta pantalla se visualizará la creación de la página web con una ip asignada para levantar el servidor principal y poder controlar y monitorear el dosificador.



Fig. 72 Diseño y programación del screen 4 (AUTOR)

### 7.3 Página web

La página web es la unidad básica de la Word Wide Web, es un documento electrónico que incluye información específica de un tema en particular y es almacenado en algún sistema de cómputo que se encuentra conectado a la red, mundialmente conocida como Internet [29].

Para la construcción de una página web se puede utilizar diferentes lenguajes de programación para ejecución como son:

- HTML
- CSS
- JAVASCRIPT

#### 7.3.1 HTML

El lenguaje de marcas de Hipertexto, o también llamado HTML (HyperText Msrkup Language) es utilizado para crear páginas web y muestra el orden que debe tener una página web [30].



El HTML está dividida en dos partes:

- El contenido: es el texto que visualizamos.
- Las etiquetas: son utilizadas para dar una estructura al texto, por ejemplo, el tipo de letra, el inter lineado, encabezados, pies de página, etc., también ayuda a los buscadores como: GOOGLE, BADOO, YAHOO por citar algunos, a encontrar, fácilmente un texto.

### **7.3.2 CSS**

El lenguaje de programación de hojas de estilo de cascada, conocido también por sus siglas CSS (Cascading Style Sheets), permite al programador arreglar estéticamente a una página web, por ejemplo: colores de fondo, colores en el texto, diseñar formas, tamaño de imágenes [30].

### **7.3.3 JAVASCRIPT**

JavaScript es un lenguaje de programación que permite al programador mostrar acciones complejas en la web, como, por ejemplo: visualizar e interactuar animaciones de 2D y/o 3D, como mapas, relojes, fechas, calculadora, detectores de navegadores e idiomas etc. Se puede realizar una actualización de datos en muy corto tiempo como, por ejemplo: correo electrónico, chat [30].

### **7.2.4 Presentación de la página web**

La creación de la página web, permite visualizar y actualizar el estado del dosificador de la comida y el agua del recipiente. Utilizando cualquier explorador de internet mediante el uso de la dirección ip 192.168.1.20 podremos acceder al aplicativo web.

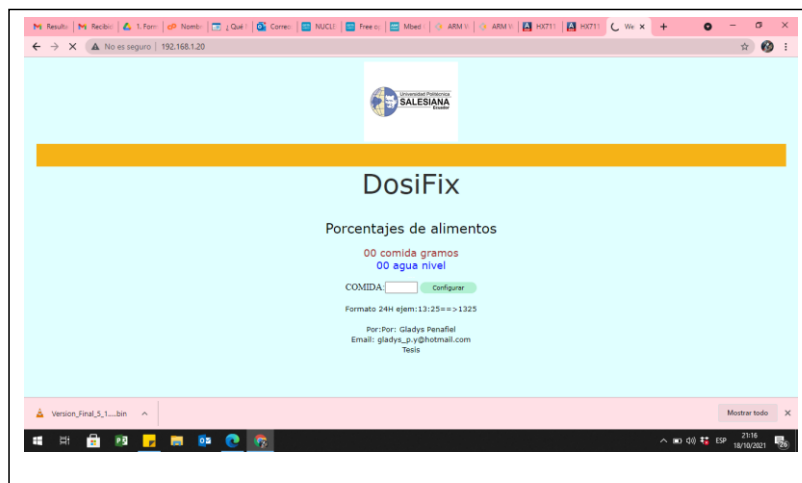


Fig. 73 Pantalla principal de la aplicación (AUTOR)

## **CONCLUSIONES.**

Mediante el controlador STM 32 se pudo conectar diferentes componentes electrónicos y conexión a la red doméstica que permite automatizar el dosificador y poder entregar la comida y agua a la mascota.

El óptimo despeño que realiza el dosificador de comida y agua ayuda a la prevención de enfermedades en la mascota.

El dosificador tuvo como primera estructura el material cartón con la finalidad de realizar futuras modificaciones ya que es un material moldeable, para la segunda fase de la estructura el material utilizado es el acrílico debido que da mayor visualización de las conexiones de los equipos instalados como son los sensores, motor, bomba de agua y circuito de control.

La alimentación del dosificador mediante la corriente eléctrica realiza el funcionamiento adecuado de los sensores y motor conectados al controlador STM32, la conexión a la red LAN permite la iteración con la aplicación para realizar la configuración de horas que será alimentado la mascota durante el día.

En conclusión, el funcionamiento del dosificador consiste en la entrega de la comida que realiza el tambor con el trabajo previo del motor DC durante horas asignadas por el usuario en la aplicación, el sensor de peso actúa como indicador límite de la cual permite dosificar los granos. El sensor de ultrasonido es el indicar de límite máximo y mínimo de la cantidad de agua que puede tener el reservorio de la mascota.

## **RECOMENDACIÓN**

Se recomienda cambiar el mecanismo del abastecimiento de comida por uno de tornillo sin fin lo cual ocasionaría menos esfuerzo por parte del motor.

El dosificador está adaptado para el despacho de balanceado de tamaño pequeño o mediano para el óptimo funcionamiento y evitar posibles obstrucciones.

Se aconseja instalar un sistema de drenaje para la limpieza del dosificador de tal forma de evitar posibles bacterias generadas por los sedimentos creados en los platos de comida y agua que afectaría a la salud del can.

En caso de disponer de más dosificadores en diferentes lugares se recomienda la implementación de un servidor, el cual permita la integración de los diferentes dosificadores en un solo dispositivo de tal forma que los datos se encuentren juntos en una sola plataforma.

Para mejorar la integración de la mascota con el dosificador se puede implementar voz y video para comunicarse con la mascota en caso de ser necesario, se podría generar videos pre grabados en la hora de la comida para sí motivar a la mascota en usar el dosificador.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- [1] V. Cifuentes Rubio y G. Kukan Calderón, Diseño e implementación para un servidor IoT de bajo costo utilizando STM32 para el monitoreo de consumo eléctrico residencial, Universidad Politécnica Salesiana, 2020.
- [2] X. Cuamatzi Flores, M. Jiménez Muñiz y F. Navarrete González, Sistema de aproximidad ultrasónico, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2010.
- [3] R. Auqui Sagayo, Automatización de los sistemas auxiliares para la planta de tinturadi de la empresa Lumotex s.a, Universidad de las Fuerzas Armadas, Ingeniería en electrónica, automatización y control , 2015.
- [4] I. Hernández Bello y C. Ochoa Luna, Control difuso y contrucción de un mecanismo capaz de golpar con distintos efetos una bola de billas, Universidad de las Américas Puebla, 2004.
- [5] Guarnizo, Juan Carlos,; «Tarjeta ULM2003,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.sigmaelectronica.net/manuals/TARJETA%20ULN2003.pdf>.
- [6] K. Velasco Rojas y V. Herrera Palacios, Dosificador de alimentos y agua para gatos y perros de raza pequeña programado y controlado local y remotamente, Universidad Distrital Francisco José Caldas, Facultad tecnología, 2019.
- [7] G. Tapie Quishpe, Diseño de un sistema de evacuación automático para sumideros recolectores de fluidos contaminados del campo Edén-Yuturi del bloque 15, Universidad Tecnológica Equinoccial, 2010.
- [8] M. Avlés Conde y G. Caviedes Guillén, Implementación del sistema de dosificación y control de pesaje dinámico para empaquetamineto de comestible sólidos, Escuela Politécnica Nacional, 2011.
- [9] K. Maldonado de la Torre, Plataforma de fuerza para el análisis de la pisada en la marcha humana, Universidad Técnica del Norte, Facultad de ciencias aplicadas , 2019.
- [10] D. Coyoy Sunún, Diseño de un laboratorio virtual, utilizando Labview para el curso de instrumentación eléctrica (sensores resistivos y puente DC), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011.
- [11] Llama, Luis, «Reloj y calendario en Arduino con los RTC DS1307 y DS3231,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/reloj-y-calendario-en-arduino-con-los-rtc-ds1307-y-ds3231/>.

- [12] H. J. Erazo Granda, Desarrollo e Implementación de un Prototipo para la Obtención y Gestión de la Información de Parámetros Fisicoquímicos del Agua Aplicado a Acuicultura para la Parroquia Yangana., Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables , 2018.
- [13] Llamas, Luis, «El bus I2C,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/arduino-i2c/>.
- [14] M. V. García Sánchez, Metodologías para el diseño de sistemas de control distribuido bajo el estándar IEC 61499 aplicados al control de procesos, Universidad del País Vasco, Departamento de Ingeniería de Sistema y Automática, 2018.
- [15] V. Coronel Silva y D. Tenalanda Santillán, Análisis de interoperabilidad de plataformas IoT aplicado al desarrollo de un sistema de monitoreo de polución de aire para la época, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, 2016.
- [16] B. Gerson Teodoro, El internet de las cosas IoT, Universidad Nacional de Educación, Facultad de Tecnología, 2019.
- [17] W. Dominguez Oliva, Modelo de continuidad de servicios de la tecnología de la información utilizando cloud computing en la empresa America Potash Perú S.A-proyecto de minería no metálica en año, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería, 2016.
- [18] L. Chamorro y E. Pietrosevoli, «Redes inalámbricas para el desarrollo en América Latina y el Caribe,» Asociación para el progreso de las comunicaciones , 2008.
- [19] F. Poraño Cubillo, Diseño e implementación de una red de comunicaciones con enlaces de larga distancia en el campo Tipishca y sus estaciones vecinas 2, Tipishca C y EPF de EP petroecuador, Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento de Ciencias de la Computación, 2015.
- [20] C. S. Gonzalez Vergara, Tecnología Bluetooth, Instituto Politécnico Nacional, 2008.
- [21] C. Orihuela Saravia, Implementación de una red inalámbrica de banda ancha en la empresa Ghost System-Cañete, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, 2017.
- [22] G. Pedrozo Petrazzini, Sistemas operativos en dispositivos Móviles, Universidad Nacional del Nordeste, 2012.
- [23] Y. Molina Rivera, J. Sandoval Cardona y S. Toledo Franco, Sistema operativo android: características y funcionalidad para dispositivos móviles, Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingenierías, 2012.

- [24] G. Morales Maldonado, Caracterización de las mordedura de un perro en pacientes humanos en el centro de salud de Villa Nueva, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2006.
- [25] A. Castillo Lozada, Implementación de un sistema automatizado para la selección de dosificación de alimentos para perros en el hogar, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017.
- [26] L. Dávila Paredes, Sistema electrónico automático de alimentación para mascotas en el hogar, Universidad Técnica de Ambato, 2020.
- [27] E. Morán, Máquina dosificadora de leche para la alimentación de terneras en la provincia del Carchi, Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, 2015.
- [28] D. Lamiña Anaguano, Diseño e implementación de una embolsadora y selladora automática de abono champiñón, aplicada en la empresa VIVIERO CHRISTIAN, Universidad Tecnológica Equinoccial, 2014.
- [29] A. Peña Miranda, Diseño de una página web, como herramienta de comunicación, que sensibilice a niños de 7 a 12 años, de los estratos 2 y 3 en la ciudad de Bogotá, frente al buen trato que debe recibir el perro callejero, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de comunicación y lenguaje, 2008.
- [30] L. Flores Valencia, Implementación y monitoreo de un sistema de control automático por medio de placa arduino GPRS para un sistema de bombeo hidráulico instalado en un pozo y en dos estaciones de bombeo de agua potable, Universidad Tecnológica Israel, 2019.

## ANEXOS A

<i>Materiales</i>	Cantidad	Precio Unitario	Total
<i>Stm 32 F411R3</i>	1	\$40	\$40
<i>Motor de paso</i>	1	\$5	\$5
<i>Sensor de peso</i>	1	\$5	\$5
<i>Sensor de proximidad</i>	1	\$3	\$3
<i>Sensor de nivel</i>	2	\$12	\$12
<i>Mini bomba</i>	1	\$8.50	\$8.50
<i>Electroválvula</i>	1	\$10	\$10
<i>Módulo RTC</i>	1	\$5	\$5
<i>Estructura acrílica</i>	1	\$90	\$90
<i>Envase de comida</i>	2	\$36	\$36
<i>Gastos varios</i>	1	\$30	\$30
		Total	\$272

Presupuesto para la construcción de dosificador.

## ANEXOS B

Especificaciones del microcontrolador, sensores y actuadores

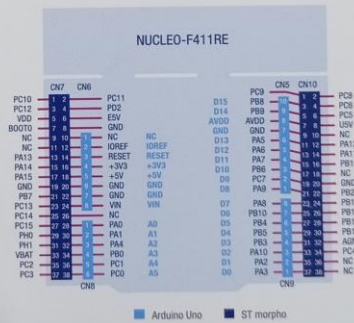


# STM32F411 Nucleo-64



## STM32F411RET6 64 PINS

- Arm® Cortex®-M4 core at 100 MHz
- 512 Kbytes of Flash memory, 128 Kbytes of SRAM
- Two extension types:
  - Arduino™ Uno V3 connectivity
  - ST morpho extension pin header footprints for full access to all STM32 I/Os
- Embedded ST-LINK/V2-1 debugger/programmer
- Arm® Mbed Enabled™



ST part number: NUCLEO-F411RE

[www.st.com/stm32nucleo](http://www.st.com/stm32nucleo)

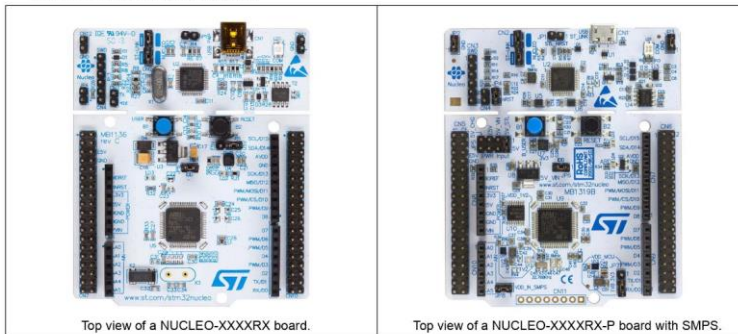
### Features

- STM32 microcontroller in LQFP64 package
- External SMPS to generate Vcore logic supply (only available on '-P' suffixed boards)
- 1 user LED shared with Arduino™
- 1 user and 1 reset push-buttons
- 32.768 kHz LSE crystal oscillator
- Board expansion connectors:
  - Arduino™ Uno V3
  - ST morpho extension pin headers for full access to all STM32 I/Os
  - External SMPS experimentation dedicated connector (only available on '-P' suffixed boards)
- Flexible power-supply options: ST-LINK USB V<sub>BUS</sub> or external sources
- On-board ST-LINK/V2-1 debugger/programmer with USB re-enumeration capability. Three different interfaces supported on USB: mass storage, virtual COM port and debug port

- Comprehensive free software libraries and examples available with the STM32Cube MCU Package
- Support of a wide choice of Integrated Development Environments (IDEs) including IAR™, Keil®, GCC-based IDEs, Arm® Mbed™
- Arm® Mbed Enabled™ compliant (only for some Nucleo part numbers)

Table 1. Device summary

Reference	Part number
NUCLEO-XXXXRX (-P)	NUCLEO-F030RB, NUCLEO-F070RB,
	NUCLEO-F072RB, NUCLEO-F091RC,
	NUCLEO-F103RB, NUCLEO-F302RB,
	NUCLEO-F303RE, NUCLEO-F334RB,
	NUCLEO-F401RE, NUCLEO-F410RB,
	NUCLEO-F411RE, NUCLEO-F446RE,
	NUCLEO-L010RB, NUCLEO-L053RB,
	NUCLEO-L073RZ, NUCLEO-L152RE,
	NUCLEO-L452RE, NUCLEO-L476RG,
	NUCLEO-L452RE-P, NUCLEO-L433RC-P.



Pictures are not contractual.

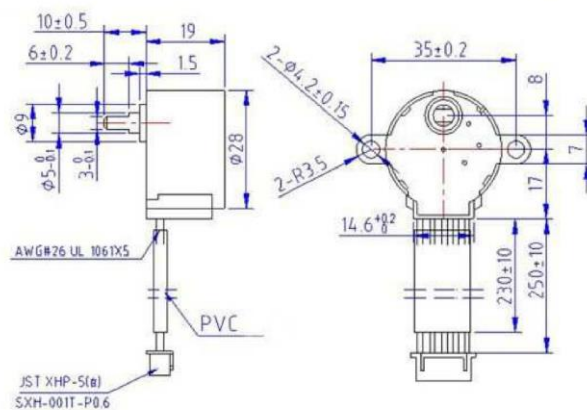
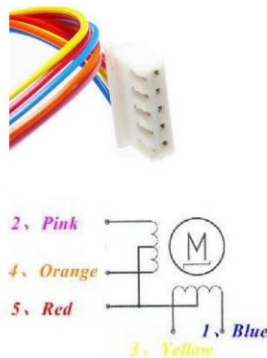
arm MBED

### 28BYJ-48 – 5V Stepper Motor

The 28BYJ-48 is a small stepper motor suitable for a large range of applications.



Rated voltage :	5VDC
Number of Phase	4
Speed Variation Ratio	1/64
Stride Angle	5.625°/64
Frequency	100Hz
DC resistance	50Ω±7%(25°C)
Idle In-traction Frequency	> 600Hz
Idle Out-traction Frequency	> 1000Hz
In-traction Torque	>34.3mN.m(120Hz)
Self-positioning Torque	>34.3mN.m
Friction torque	600-1200 gf.cm
Pull in torque	300 gf.cm
Insulated resistance	>10MQ(500V)
Insulated electricity power	600VAC/1mA/1s
Insulation grade	A
Rise in Temperature	<40K(120Hz)
Noise	<35dB(120Hz, No load, 10cm)
Model	28BYJ-48 – 5V



## INTERRUPTOR DE NIVEL HORIZONTAL DE 1 CONTACTO

Ref. 1540800024



EL INCUMPLIMIENTO DE ESTAS INDICACIONES DE MONTAJE ANULA LA GARANTÍA Y EXIME A ROTH DE LOS DAÑOS Y PERJUICIOS QUE PUDIERAN DERIVARSE DE ESE

Apto para agua y aceite. Para otros líquidos consultar al departamento técnico.

### FUNCIONAMIENTO

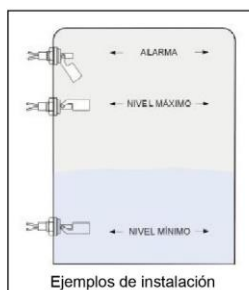
El interruptor magnético de nivel se instala horizontal en una de las paredes del depósito, dependiendo del sistema standard de accionamiento del flotador.

Consiste en un flotador basculante con campo magnético y un microinterruptor accionado magnéticamente.

INVERSIÓN DE LA ACCIÓN DE CONMUTACIÓN:  
GIRAR 180° LA POSICIÓN DEL SENSOR,  
OBSERVANDO EL INDICADOR DE POSICIÓN.

### VENTAJAS

La transmisión magnética permite tener un dispositivo totalmente estanco desprovisto de juntas o prensaestopas en el interior del líquido. Su gran robustez y su inexistente mantenimiento permiten obtener un excelente servicio. Son sistemas adecuados para funcionar a temperaturas elevadas.



Ejemplos de instalación

### CONTACTOS



CONTACTO ABIERTO



CONTACTO CERRADO

Para prolongar la vida de los contactos REED en los controles de nivel magnéticos es aconsejable la utilización de grupos **RC** para aplicaciones en corriente alterna y de **diodos** en corriente continua.

### DATOS TÉCNICOS

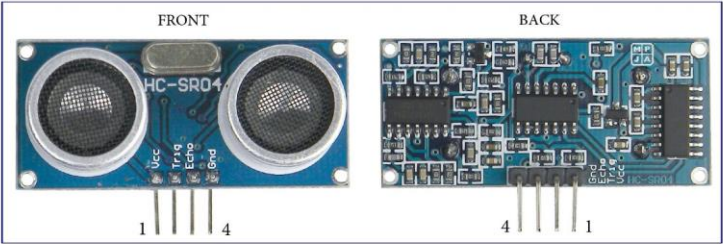
- Material: polipropileno
- Adaptación mecánica: racor M 16 x 2
- Posición de montaje: horizontal
- Conexión eléctrica: por cable (1 m)
- Temperatura máxima: 60 °C
- Temperatura mínima: -30 °C
- Capacidad de corte: 50 W/VA
- Tensión de corte: 230 VCA
- Intensidad máxima: 0,5 A
- Resistencia de aislamiento:  $10^{11}\Omega$
- Densidad mínima: 0,7 g/cm<sup>3</sup>
- Clase de protección: IP65

Número de revisión: 0

Fecha de revisión: 28/02/06

Página 1 de 2

3. Product Views



4. Module Pin Assignments

	Pin Symbol	Pin Function Description
1	VCC	5V power supply
2	Trig	Trigger Input pin
3	Echo	Receiver Output pin
4	GND	Power ground

5. Electrical Specifications

**WARARNING**  
Do Not connect Module with Power Applied! Always apply power after connecting  
Connect "GND" Terminal first

Electrical Parameters	HC-SR04 Ultrasonic Module
Operating Voltage	5VDC
Operating Current	15mA
Operating Frequency	40KHz
Max. Range	4m
Nearest Range	2cm
Measuring Angle	15 Degrees
Input Trigger Signal	10us min. TTL pulse
Output Echo Signal	TTL level signal, proportional to distance
Board Dimensions	1-13/16" X 13/16" X 5/8"
Board Connections	4 X 0.1" Pitch Right Angle Header Pins

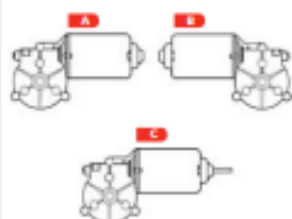
## Pin Description

Regulator Power	VSUP	1	16	DVDD	Digital Power
Regulator Control Output	BASE	2	15	RATE	Output Data Rate Control Input
Analog Power	AVDD	3	14	XI	Crystal I/O and External Clock Input
Regulator Control Input	VFB	4	13	XO	Crystal I/O
Analog Ground	AGND	5	12	DOUT	Serial Data Output
Reference Bypass	VBG	6	11	PD_SCK	Power Down and Serial Clock Input
Ch. A Negative Input	INNA	7	10	INPB	Ch. B Positive Input
Ch. A Positive Input	INPA	8	9	INNBB	Ch. B Negative Input

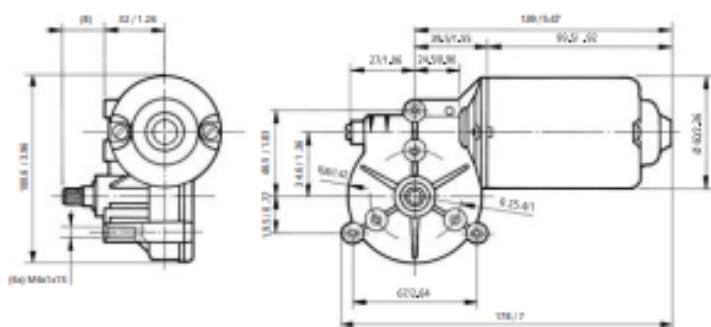
SOP-16L Package

Pin #	Name	Function	Description
1	VSUP	Power	Regulator supply: 2.7 ~ 5.5V
2	BASE	Analog Output	Regulator control output (NC when not used)
3	AVDD	Power	Analog supply: 2.6 ~ 5.5V
4	VFB	Analog Input	Regulator control input (connect to AGND when not used)
5	AGND	Ground	Analog Ground
6	VBG	Analog Output	Reference bypass output
7	INA-	Analog Input	Channel A negative input
8	INA+	Analog Input	Channel A positive input
9	INB-	Analog Input	Channel B negative input
10	INB+	Analog Input	Channel B positive input
11	PD_SCK	Digital Input	Power down control (high active) and serial clock input
12	DOUT	Digital Output	Serial data output
13	XO	Digital I/O	Crystal I/O (NC when not used)
14	XI	Digital Input	Crystal I/O or external clock input, 0: use on-chip oscillator
15	RATE	Digital Input	Output data rate control, 0: 10Hz; 1: 80Hz
16	DVDD	Power	Digital supply: 2.6 ~ 5.5V

Table 1 Pin Description



AUTO-BLOCKING SELF-LOCKING COUPLE D'AUTOBLOCCAGE SELBSTHÄRTUNG	✓
RINGS DE BRONZE BRONZE WHEEL ROULE SUR BRONZE GEFÄHRDUNG AUS BRONZE	✓
LES DELANTERS Y POSTERIOR FRONT AND REAR SHAFT VORDE VORDERE UND HINTERE WELLE	✓
SENIOR HALL HALL SENIOR CAPTEUR HALL HALLSENSOR	✓

[illegible]

## ANEXO C

### Programación del microcontrolador STM32

```
1 #include "mbed.h"
2
3 DigitalOut in1(PA_7);
4 DigitalOut in2(PB_6);
5 DigitalOut in3(PC_7);
6 DigitalOut in4(PA_9);
7 int vez=0;
8 double demora=0.01;
9 int i=0;
10
11 |
12 int main() {
13     while(1) {
14         if (vez < 2) {
15             for (i=0; i<302; i++) {
16                 in1 = 1;
17                 in2 = 0;
18                 in3 = 0;
19                 in4 = 0;
20                 wait(demora);
21                 in1 = 0;
22                 in2 = 1;
23                 in3 = 0;
24                 in4 = 0;
25                 wait(demora);
26                 in1 = 0;
27                 in2 = 0;
28                 in3 = 1;
29                 in4 = 0;
30                 wait(demora);
31                 in1 = 0;
```

#### A.1 Código del motor de paso

Fuente: Autor



```

1 #include "mbed.h"
2 InterruptIn mybutton(USER_BUTTON);
3 DigitalIn leveltop(PC_10);
4 DigitalIn levelbot(PC_12);
5
6 DigitalOut waterin(PA_13);
7 DigitalOut waterout(PA_14);
8
9
10
11 void pressed()
12 {
13     waterout=0;
14     wait(10);
15     waterout=1;
16 }
17
18 }
19
20 int main() {
21     waterout=1;
22     waterin=1;
23
24     while(1) {
25         mybutton.fall(&pressed);
26
27         if(levelbot==0){
28             waterin=0;
29             while(leveltop){
30             }
31             wait(1);

```

A.2 Código de los sensores de niveles.

Fuente: Autor

```

1 #include "mbed.h"
2 #include "HCSR04.h"
3 Serial pc(SERIAL_TX, SERIAL_RX);
4 float nivel_agua=0;
5
6 int main(){
7     pc.baud(115200);
8
9     while(1){
10         wait(1);
11         getDistance(1);
12         nivel_agua=readDistance();
13
14         pc.printf("Distancia %.2f \n", nivel_agua);
15         wait(5);
16     }
17
18
19
20
21 }

```

A.3 Código del sensor de proximidad

Fuente: Autor

