



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO QUE  
DISPENSA ALIMENTO PARA PERROS, CONTROLADO Y MONITOREADO  
MEDIANTE UN DISPOSITIVO ANDROID.**

AUTOR: EDDER PAÚL CHIMARRO VILLALBA

TUTOR: ING. DAVID CANDO GARZÓN, MG.

AÑO: 2016

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Edder Paúl Chimarro Villalba, con C.I. 171686333-5 autor del trabajo de titulación: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO QUE DISPENSA ALIMENTO PARA PERROS, CONTROLADO Y MONITOREADO MEDIANTE UN DISPOSITIVO ANDROID**, previo a la obtención del título de **Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones** en la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de difundir el respectivo trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, Septiembre del 2016

Atentamente.

Edder Paúl Chimarro Villalba.

C.I. 171686333-5

## DEDICATORIA

*A Dios que me ha dado la vida y la fortaleza para la culminación de esta etapa.*

*A mi Madre por su amor, esfuerzo y sacrificio en todos estos años para que yo sea un gran profesional y un excelente ser humano.*

*A mi Familia por su apoyo y contante motivación .*

*A Tatiana mi bella bendición, pilar de consejos y empuje de sueños.*

*Paúl*

## **AGRADECIMIENTO**

*A cada uno de mis profesores por el conocimiento impartido y la experiencia compartida que conllevaron a mi formación profesional.*

*A mis amigos Daniel y David quienes me prestaron su amistad, confianza y ayuda durante la culminación de este proyecto.*

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo a través del diagnóstico y la recopilación de información, lo que proporcionó el conocimiento y la utilización de las herramientas necesarias para su desarrollo.

Actualmente la sociedad ha cambiado su ritmo de vida, dando como resultado que la permanencia de los miembros familiares en el hogar sea mínima. Esta se ha visto reducida generalmente por ocupaciones laborales a la noche y fines de semana. Dentro del núcleo familiar se puede contar como un miembro más a una mascota, por lo general un perro, esta reducción del tiempo dentro de casa ha conllevado la permanencia en solitario de la mascota en el hogar.

La frecuencia de suministro de alimento de un perro viene dado por dos factores principales como la raza y la edad según la recomendación de un veterinario. La ausencia de una persona en el hogar por el factor tiempo, conlleva en muchas ocasiones a un descuido en la alimentación de la mascota, pudiendo derivar en alguna patología por un inadecuado racionamiento del alimento.

El desarrollo de este proyecto permite ayudar a los dueños de mascotas caninas, que por distintas circunstancias no tienen el tiempo suficiente para alimentarlas personalmente, lo que los obliga a buscar alguna alternativa para suplir las necesidades nutricionales y estar más pendientes de las mismas.

Para solucionar este problema se desarrolló un sistema prototipo, el cual utiliza la tecnología electrónica y de comunicaciones que hoy en día brinda el mercado, es así que dicho sistema proporciona alimento balanceado a una mascota desde cualquier lugar donde el dueño se encuentre y a cualquier hora, utilizando un dispositivo con sistema operativo Android con una aplicación conectada a internet, la que puede hacer un llamado para activar un mecanismo que proporciona alimento y verificar la entrega del mismo.

La etapa de hardware del dispensador, está compuesta por un módulo arduino que es la unidad central de control y permite el manejo de cada uno de actuadores tales como un zumbador y un servomotor, el cual es capaz de proporcionar la fuerza de torque suficiente

para abrir y cerrar la compuerta de alimento, todo esto conjuntamente con un sensor ultrasónico el cual verifica la presencia o no del mismo.

La etapa de software del dispensador está conformada por todas las instrucciones para el manejo y control de cada uno de los elementos actuadores, estas instrucciones se encuentran cargadas en un arduino mega 2560 que es una plataforma de hardware libre con un entorno de desarrollo integrado que permite el compilado y carga del programa a ser ejecutado.

El desarrollo de la aplicación Android se lo realiza en la plataforma App Inventor, esta aplicación accede a una página desarrollada en PHP que permite la interacción usuario máquina y controla todo el sistema, además mediante el software de fábrica propio de la cámara ip se puede acceder al video en tiempo real.

## **DESCRIPTORES**

- Prototipo
- Dispensador de alimento
- Aplicación android
- Perros

## **ABSTRACT**

This investigation was done after the diagnosis and collection of information, that helped to the knowledge and usage of the necessary tools for its development. The actual society is changing it's rhythm of life giving like a result that the family members be less time in their houses, this reduction of time is because of the job occupations during night times and the weekends.

In the familiar nucleus pets count as part of the family in general a dog , the short amount of time the family has make the pet are solitary at home. The food intake of a dog depends of the bread and the age according with the recommendations of the veterinarian. But the absence of a person in the house because of the factor time makes that the feeding of the pet is abandoned and this cause different pathologies because a bad intake of food.

The development of this investigation help to the owners of canines pets to find alternatives to feed and nourish their pets. To solve this problem is developed a prototype system, the one usage electronic technology and communication that now days you can find them in the market, so a pet can be feed by its owner in any time and anywhere using an application with the Android system that usage Internet, this application calls and activate the mechanism that feeds and verify the feeding itself .

The hardware dispenser is composed for a module arduino that is the central unity of control that allows that the buzzer and the engine had the enough energy to open and close the door of food all of this too with an ultrasonic sensor the presence or not presence of food.

The software of the dispenser has all the instructions to control all the elements that acts this instructions are charged in an arduino mega 2560 that is a hardware plataform free that execute the program .

The development of the android application is done in the plataform Appinventor, this application access to a page developed in PHP that allows interactions user and machine and controls the system with the usage of the IP camera is possible to access to video in real time.

## DESCRIPTORS

- Prototype
- Food Dispenser
- Android Application
- Dogs

## PLAN DEL PROYECTO INTEGRADOR DE CARRERA

CARRERA / PROGRAMA:	ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES
AUTOR:	EDDER PAÚL CHIMARRO VILLALBA
TEMA DEL TT:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO QUE DISPENSA ALIMENTO PARA PERROS, CONTROLADO Y MONITOREADO MEDIANTE UN DISPOSITIVO ANDROID.
ARTICULACIÓN CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:	TECNOLOGÍA APLICADA A LA PRODUCCIÓN Y SOCIEDAD.
SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL	SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LA PRODUCCIÓN Y SOCIEDAD.
ARTICULACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL DEL ÁREA	SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO Y MOVILIDAD HUMANA ENMARCADO A LA OPTIMIZACIÓN DEL FACTOR TIEMPO DE LOS PROPIETARIOS DE LAS MASCOTAS.
FECHA DE PRESENTACIÓN DEL PLAN:	2015-09

## ÍNDICE

<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 PROBLEMA INVESTIGADO.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>3</b>
<b>2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 SISTEMAS DE CONTROL.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2 MÓDULO DE CONTROL.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2.1 MICROCONTROLADOR.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2.2 ARDUINO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2.3 COMPARACIÓN DE MÓDULOS ARDUINO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.2.4 ARDUINO MEGA.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.2.5 ETHERNET SHIELD.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.2.6 SENSOR.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.2.7 SENSOR ULTRASÓNICO.....</b>	<b>9</b>

2.1.2.8 SERVOMOTOR.....	9
2.1.2.8.1 TIPOS DE SERVOMOTORES.....	11
2.1.2.9 ZUMBADOR.....	11
2.2 CÁMARA IP.....	12
2.3 SWITCH.....	13
2.4 ETHERNET.....	13
2.5 IEEE 802.11.....	15
2.5.1 SUBESTANDARES 802.11.....	15
2.6 TELEFONÍA CELULAR.....	16
2.6.1 GENERACIONES DE LA TELEFONÍA CELULAR.....	17
2.6.1.1 PRIMERA GENERACIÓN.....	17
2.6.1.2 SEGUNDA GENERACIÓN.....	18
2.6.1.3 TERCERA GENERACIÓN.....	18
2.6.1.4 CUARTA GENERACIÓN.....	19
2.7 ANDROID.....	20
2.8 APP INVENTOR.....	20
2.9 MYSQL.....	21
2.10 PAGINA WEB.....	22
2.11 DISPENSADORES DE COMIDA COMERCIALES PARA PERROS.....	23

2.11.1 PETCORP FOOD DISPENSER.....	23
2.11.2 PERFECT PETFEEDOR.....	24
2.11.3 DOGSMATIC.....	25
2.11.4 COMEDERO AUTOMÁTICO LEBISTRO.....	26
2.12 LA ALIMENTACIÓN DE LA MASCOTA.....	27
2.13 EXPERIMENTO DE PAVLOV.....	29
2.14 ELEMENTOS A UTILIZARSE.....	30
2.15 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	32
2.16 HIPÓTESIS.....	32
2.17 METODOLOGÍA CIENTÍFICA.....	32
3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	33
3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	33
3.2 ETAPA DE DISEÑO.....	33
3.2.1 SOFTWARE.....	35
3.2.1.1 CONFIGURACIÓN DE RED.....	35
3.2.1.2 PUERTOS UTILIZADOS PARA LA COMUNICACIÓN.....	37
3.2.1.3 PROGRAMACIÓN ARDUINO.....	37
3.2.1.4 DISEÑO DE LA APLICACIÓN EN APP INVENTOR.....	38
3.2.1.5 DISEÑO DE LA PAGINA WEB.....	39

<b>3.2.2 HARDWARE.....</b>	<b>40</b>
<b>3.2.2.1 DISEÑO DE LA FUENTE DE VOLTAJE.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2.2.2 CONSUMO DE CORRIENTE DEL SISTEMA.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2.2.3 CÁLCULO DE LA FUENTE DE VOLTAJE.....</b>	<b>43</b>
<b>3.2.2.4 CÁLCULO DEL CIRCUITO ACTIVADOR DEL BUZZER.....</b>	<b>46</b>
<b>3.2.2.5 CIRCUITO PRINCIPAL.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.2.6 DISEÑO MECÁNICO.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.2.7 CÁLCULO DE VOLUMEN DEL COMPARTIMIENTO.....</b>	<b>51</b>
<b>3.2.2.8 AUTONOMÍA DEL EQUIPO.....</b>	<b>54</b>
<b>3.2.2.9 DISEÑO DE LA BASE.....</b>	<b>55</b>
<b>3.3 MONTAJE E IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>56</b>
<b>3.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....</b>	<b>60</b>
<b>3.4.1 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN.....</b>	<b>60</b>
<b>3.4.2 PRUEBAS DE REACCIÓN DEL DISPENSADOR.....</b>	<b>61</b>
<b>3.4.3 PRUEBAS DE CANTIDAD DISPENSADA.....</b>	<b>63</b>
<b>3.4.4 ERROR ABSOLUTO Y RELATIVO.....</b>	<b>65</b>
<b>3.5 COSTOS.....</b>	<b>68</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>72</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PAG.</b>
<b>Figura 1.</b> Elementos de un sistema de control.....	4
<b>Figura 2.</b> Sistema de control de lazo abierto.....	4
<b>Figura 3.</b> Sistema de control de lazo cerrado.....	5
<b>Figura 4.</b> Arquitectura interna del microcontrolador.....	6
<b>Figura 5.</b> Arduino mega 2560.....	8
<b>Figura 6.</b> Ethernet Shield.....	8
<b>Figura 7.</b> Sensor ultrasónico hc-sr04.....	9
<b>Figura 8.</b> Control angular de un servo motor.....	10
<b>Figura 9.</b> Partes de un servomotor.....	11
<b>Figura 10.</b> Buzzer.....	12
<b>Figura 11.</b> Cámara IP Cloud.....	12
<b>Figura 12.</b> Switch.....	13
<b>Figura 13.</b> Red de Telefonía Celular 2G.....	17
<b>Figura 14.</b> Teléfonos Celulares con sistema operativo Android.....	20
<b>Figura 15.</b> Entorno de Desarrollo App Inventor.....	21
<b>Figura 16.</b> Ventana de Mysql workbench.....	22
<b>Figura 17.</b> Página web de Amazon.....	23
<b>Figura 18.</b> Dispensador automático de alimento Petcorp.....	24
<b>Figura 19.</b> Dispensador de alimento para mascotas Pet feeder.....	25
<b>Figura 20.</b> Dispensador Dogsimatic.....	26
<b>Figura 21.</b> Dispensador le bistro petmate.....	27

<b>Figura 22.</b> Reflejo condicionado de Pavlov.....	30
<b>Figura 23.</b> Flujograma del proceso.....	34
<b>Figura 24.</b> Pantalla mostrando configuraciones IP.....	35
<b>Figura 25.</b> Dirección Mac de Arduino Ethernet.....	36
<b>Figura 26.</b> Configuración de IP de Arduino Ethernet.....	36
<b>Figura 27.</b> Pantalla de configuración.....	37
<b>Figura 28.</b> Icono de la aplicación Android.....	38
<b>Figura 29.</b> Página principal de la aplicación Android.....	39
<b>Figura 30.</b> Página web del dispensador.....	40
<b>Figura 31.</b> Esquema básico de conexiones.....	41
<b>Figura 32.</b> Fuente de 5V 2Ay 12V 1A.....	42
<b>Figura 33.</b> Fuente de poder armada.....	45
<b>Figura 34.</b> Circuito accionador del buzzer.....	46
<b>Figura 35.</b> Tarjeta buzzer.....	47
<b>Figura 36.</b> Diagrama de bloques del prototipo.....	48
<b>Figura 37.</b> Circuito principal.....	49
<b>Figura 38.</b> Diseño mecánico del dispensador de Alimento.....	50
<b>Figura 39.</b> Caja de referencia para calcular el volumen.....	51
<b>Figura 40.</b> Dimensiones del compartimiento de comida.....	52
<b>Figura 41.</b> Contenedor de alimento, vista superior.....	54
<b>Figura 42.</b> Base metálica del dispensador con medidas.....	55
<b>Figura 43.</b> Montaje de sistema de compuerta.....	56
<b>Figura 44.</b> Estructura interna del dispensador, vista lateral.....	57

<b>Figura 45.</b> Estructura interna del dispensador.....	57
<b>Figura 46.</b> Dispensador de alimento, vista frontal.....	58
<b>Figura 47.</b> Dispensador de alimento, vista lateral.....	58
<b>Figura 48.</b> Dispensador de alimento, vista panoramica.....	59
<b>Figura 49.</b> Pantallas de aplicación FING, midiendo latencia.....	60
<b>Figura 50.</b> Pantalla con tamaños de porciones.....	62
<b>Figura 51.</b> Pantalla reportando que se dispense el alimento.....	62
<b>Figura 52.</b> Grafica del error porcentual en la entrega de la porción 1.....	65
<b>Figura 53.</b> Grafica del error porcentual en la entrega de la porción 2.....	66
<b>Figura 54.</b> Grafica del error porcentual en la entrega de la porción 3.....	67
<b>Figura 55.</b> Intercalación de los errores porcentuales.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PAG.</b>
<b>Tabla 1.</b> Comparación de los tipos de Arduino.....	7
<b>Tabla 2.</b> Estructura de la trama de Ethernet 802.3.....	14
<b>Tabla 3.</b> Relación entre edad del perro y cantidad de comida.....	28
<b>Tabla 4.</b> Relación entre peso del perro y cantidad de alimento.....	29
<b>Tabla 5.</b> Características técnicas del dispensador construido.....	59
<b>Tabla 6.</b> Pruebas de latencia con <a href="http://www.piccotron.com">www.piccotron.com</a> .....	61
<b>Tabla 7.</b> Pruebas de respuesta utilizando un cronometro.....	63
<b>Tabla 8.</b> Pruebas de cantidad de alimento entregado.....	64
<b>Tabla 9.</b> Costos totales del dispensador.....	68
<b>Tabla 10.</b> Comparación del prototipo con dispensadores existentes.....	70

## **1. INTRODUCCIÓN**

Hoy en día existe un sin número de marcas de alimento para mascotas las mismas que dependiendo del tamaño, la edad e incluso la raza contienen diferentes proporciones de nutrientes y energía por lo cual se hace muy importante escoger el alimento ideal para cada mascota, según sus características físicas.

El desarrollo del proyecto comprende el diseño y la construcción de un prototipo de dispensador de alimento para mascotas, el cual es controlado y monitoreado remotamente utilizando un dispositivo móvil con un sistema operativo android.

La motivación por la que se realiza el proyecto viene dada por la ayuda y el confort que se puede brindar a aquellas personas que son dueñas de mascotas normalmente perros y que por diversas circunstancias o motivos no pueden alimentarlos personalmente, es así que se pretende implementar un sistema dispensador automático que permite realizar la alimentación remotamente aprovechando el acceso a internet que actualmente está disponible tanto en los hogares, oficinas, centros comerciales, parques, etc. Como también en dispositivos móviles como teléfonos celulares y tablets.

### **1.1 ANTECEDENTES**

La sociedad ecuatoriana en un número mayoritario de personas posee por lo menos un perro por familia, por lo que existe un mercado muy rentable en lo que se refiere a alimento para perros.

Según un estudio realizado en el 2013, se estima que en el Distrito Metropolitano de Quito existen alrededor de 300.000 a 400.000 perros, de los que en un porcentaje del 40% al 48 % aproximadamente son callejeros (García, 2013), por lo consiguiente existe un gran número de perros con hogar, los que van en aumento debido al crecimiento poblacional.

De igual manera, hoy en día va en aumento el acceso a internet en los hogares ecuatorianos. Según el INEC se registra un aumento de 1000%, lo que implica que el 26,1% de Ecuatorianos tiene acceso a internet, por tanto el 83% de las personas se conectan a internet mediante un Smartphone y el restante 17% lo hacen mediante un computador, similarmente la ciudad de Quito presenta un acceso de internet del 80% (ARCOTEL, 2015),

lo que permite el acceso a la red de información global y la utilización de esta para aplicarla en nuevas tecnologías electrónicas de telecomunicaciones.

Actualmente se puede aprovechar la tecnología local en donde se encuentran módulos compactos de microcontroladores como lo es Arduino, capaces de controlar actuadores, sensores o a su vez módulos compactos que enlazan redes de comunicación por diferentes medios. Esto hace que estas tecnologías sean aplicables a muchos tipos de proyectos, como lo es el dispensador de alimento para mascotas caninas.

## **1.2 PROBLEMA INVESTIGADO**

Muchas veces las personas viven solas y por la falta de compañía adoptan una mascota, generalmente un perro sin tomar en cuenta la responsabilidad que conlleva éste, como es el cuidado, su alimentación y el afecto que es muy importante.

La sociedad actual ha cambiado en muchos factores en el ámbito de la vida urbana cotidiana. Uno de estos factores es principalmente la poca cantidad de tiempo que los miembros familiares están presentes en la vivienda por sus diferentes ocupaciones.

Dentro de este panorama social el perro ha tomado un espacio importante, considerándolo al mismo como un miembro más de la familia. Esta poca cantidad de tiempo y ausencia de sus dueños ha afectado directamente en los periodos y raciones de alimentación del animal ya que este proceso de suministro de comida se lo realiza manualmente y de forma directa.

En periodos de ausencia prolongados por motivos de viajes familiares el aspecto de alimentación de la mascota tiene mayor complejidad. Tratando de solventar el inconveniente dejando suministros de grandes cantidades de alimento que pueden afectar en la salud del animal al no consumir la ración adecuada por la inexistencia de un sistema que permita de forma remota dispensar alimento a la mascota en los tiempos y raciones adecuadas dependiendo del requerimiento del mismo.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto pretende diseñar e implementar un sistema prototipo de dispensador de alimentos para perros, con el fin de ayudar a los dueños de mascotas caninas que por diversos motivos no pueden alimentarlas personalmente y no cuentan con una persona responsable que lo haga por ellos.

De tal manera que el prototipo diseñado pueda proveer de alimento a una mascota de manera remota con la utilización de un dispositivo móvil conectado a internet lo cual es muy común hoy en día y así evitar la mala nutrición y futuras patologías por la inadecuada ingesta del alimento.

Así mismo se podrá verificar la cantidad de alimento existente en la reserva luego de que se dispensen porciones preestablecidas del mismo y se realice una comprobación por video que determine si se entregó la comida y si fue consumida.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir un prototipo que permita suministrar una cantidad establecida de alimento balanceado para una mascota (perro), y a su vez controlar y monitorear el proceso mediante un dispositivo Android.

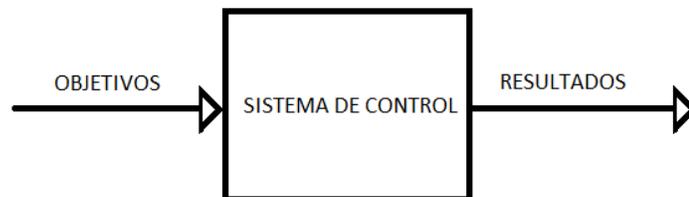
#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un sistema prototipo que permita monitorear, controlar y suministrar una cantidad establecida de alimento balanceado para una mascota a través de una aplicación móvil.
- Crear un sistema mecánico capaz de poder surtir una cantidad predeterminada de balanceado para mascotas.
- Construir un prototipo del sistema surtidor de alimento balanceado para mascotas, utilizando arduino.

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA

### 2.1 SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO

Un sistema de control automático está determinado como el conjunto de componentes relacionados entre sí, que pueden regular su actuación o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento autónomo, sin la utilización de agentes exteriores. Está definido por tres tipos de componentes: los objetivos de control o entradas, los componentes del sistema de control y los resultados o salidas. (uprh.edu, 2007). Estos elementos se los puede observar en la figura 1.

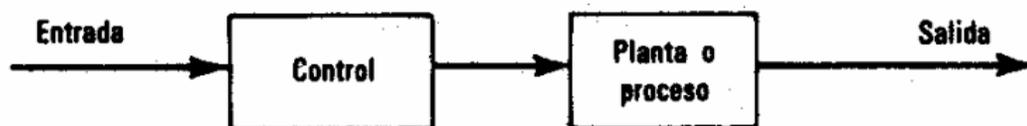


**Figura 1.** Elementos de un sistema de control

**Fuente:** (Sergio Dominguez, 2011)

#### 2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

Los sistemas de control se clasifican en sistemas de lazo abierto y lazo cerrado, los que se diferencian por la forma de control que induce al sistema a generar la salida. (Sergio Dominguez, 2011).

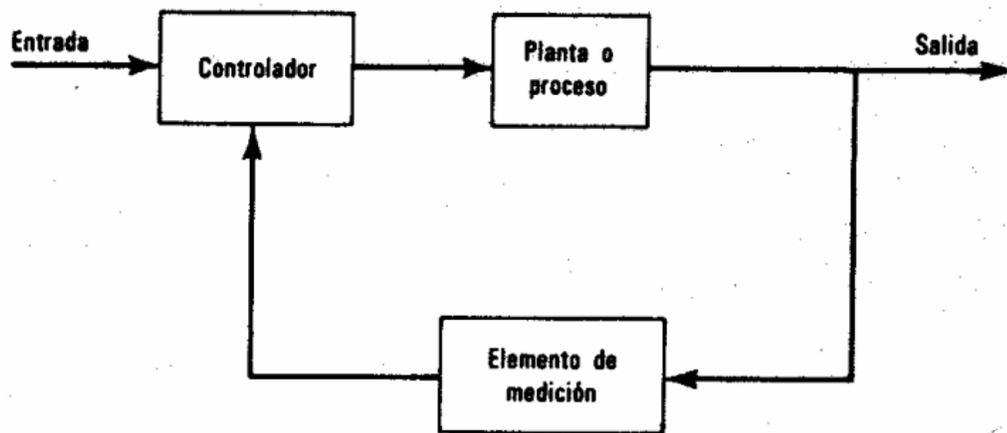


**Figura 2.** Sistema de control de lazo abierto

**Fuente:** (Sergio Dominguez, 2011)

Un sistema de control de lazo abierto, es aquel en el que la acción de control no depende de la salida, es decir que esta no genera efecto sobre el sistema. En la figura 2 se puede apreciar el diagrama de dicho sistema. (uprh.edu, 2007)

Un sistema de control de lazo cerrado es aquel en el que la acción de control depende en parte de la salida como también de la entrada. (uprh.edu, 2007) Se lo puede ver en el diagrama de la figura 3.



**Figura 3.** Sistema de control de lazo cerrado

**Fuente:** (Sergio Dominguez, 2011)

## 2.1.2 MÓDULO DE CONTROL

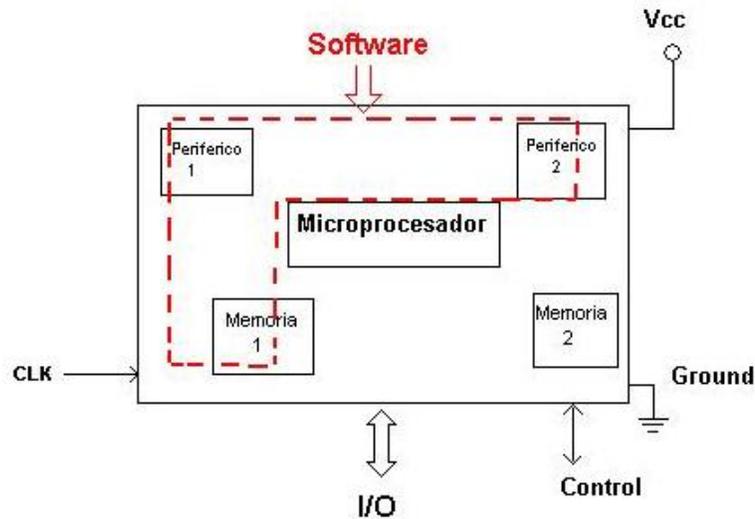
El módulo de control está constituido principalmente por un microcontrolador, el cual mediante un software puede administrar las señales que ingresan a sus puertos de entrada, así como las señales de salida.

### 2.1.2.1 MICROCONTROLADOR

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: Unidad central de proceso(CPU), Memoria y Unidades de E/S; es decir, se trata de un computador completo en un solo circuito integrado. (Corrales, 2007)

El microcontrolador cuando viene de fábrica no realiza ninguna tarea, pues este debe ser programado en una plataforma de desarrollo, posteriormente se guarda el código en la memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM) que posee el mismo. (Corrales, 2007)

En la figura 4 se puede observar la arquitectura de un microcontrolador.



**Figura 4.** Arquitectura interna del microcontrolador

**Fuente:** (Smith, 1991)

### 2.1.2.2 ARDUINO

Es una plataforma de hardware libre, basada en una placa que contiene entradas, salidas y un microcontrolador, además posee un entorno de desarrollo de fácil uso. (arduino.cc, 2015)

Utiliza un lenguaje de programación llamado Wiring, basado en la plataforma Processing y en C/C++, del que se derivan varios lenguajes de programación de alto nivel que puede soportar Arduino. (Ortega, 2011)

El software de programación para arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. Su Hardware está basado en microcontroladores ATMEGA de la

marca ATMEL y posee licencia creative commons que permite hacer una copia del módulo, ampliarlo u optimizarlo. (sainsmart, 2015)

### 2.1.2.3 COMPARACIÓN DE MÓDULOS ARDUINO

Existen algunos tipos de módulos arduino con diferentes características técnicas que a continuación se muestran en la Tabla 1.

**Tabla1.**Comparativa de los tipos de Arduino

<b>Características</b>	<b>Arduino mini</b>	<b>Arduino UNO</b>	<b>Arduino Leonardo</b>	<b>Arduino Mega 2560</b>
Microcontrolador	ATmega328	ATmega328	ATmega32u4	ATmega2560
Voltaje de funcionamiento	5V	5V	5V	5V
Alimentación	7V-9V	7V-12V	7V-12V	7V-12V
Corriente DC (I/O pin)	40mA	50mA	20mA	20mA
Memoria Flash	32Kb	32Kb	32Kb	256Kb
SRAM	2Kb	2Kb	2.5Kb	8Kb
EEPROM	1Kb	1Kb	1Kb	4Kb
Velocidad de reloj	16Mhz	16Mhz	16Mhz	16Mhz

Fuente: (arduino.cc, 2016)

### 2.1.2.4 ARDUINO MEGA 2560

Es una tarjeta electrónica que contiene un microcontrolador ATmega2560, junto con demás elementos necesarios para acoplar los voltajes de entrada y salida del módulo, posee 54 pines digitales de los que 14 se pueden utilizar como salidas, 16 entradas analógicas, 4 puertos serie, un oscilador de cristal de 16Mhz, conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP, y un botón de reset. (sainsmart, 2015). Se lo aprecia en la figura 5.

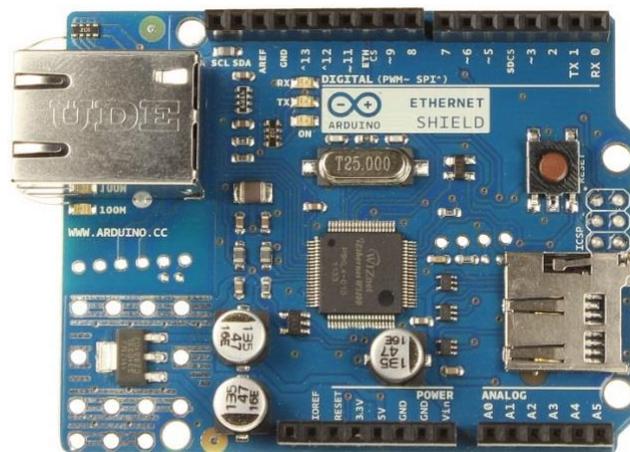


**Figura 5.** Arduino mega 2560

**Fuente:** (sainsmart, 2015)

#### 2.1.2.5 ETHERNET SHIELD

Arduino Ethernet Shield, es un módulo que se integra al Arduino Mega y lo conecta a una red LAN mediante un puerto Ethernet y utiliza la configuración correspondiente. Está basado en el chip Ethernet Wiznet W5100. (arduino.cc, 2015) Se lo puede observar en la figura 6.



**Figura 6.** Ethernet Shield

**Fuente:** (sainsmart, 2015)

### 2.1.2.6 SENSOR

Es un dispositivo que recibe información de una magnitud externa, que puede ser de tipo física o química y lo transforma en otra magnitud de tipo eléctrica, que puede ser medible y manipulable. (laboratoriodeinterfaseselectronicas, 2013).

### 2.1.2.7 SENSOR ULTRASÓNICO HC-SR04

Es un módulo diseñado especialmente para que trabaje con la plataforma de Arduino, el cual utiliza el efecto Doppler como base teórica, e incorpora un par de transductores de ultrasonido que se utilizan de manera conjunta, para determinar la distancia del sensor con respecto a un objeto colocado delante de este. (DiegoPerez, 2007)

Se lo puede ver en la figura7.



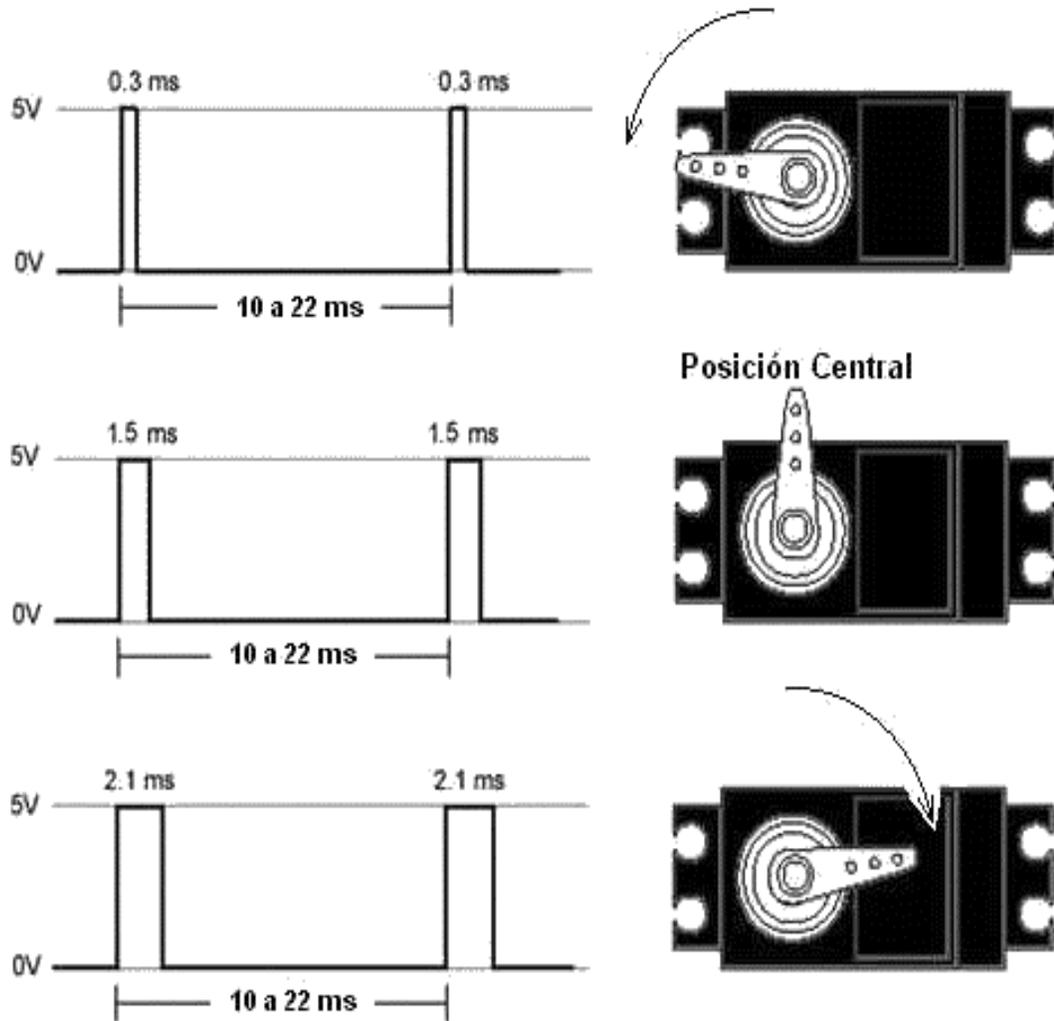
**Figura 7.** Sensor ultrasónico hc-sr04

**Fuente:** (sainsmart, 2015)

### 2.1.2.8 SERVOMOTOR

Es un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de un intervalo de operación, y se detiene en dicha posición (H.Rashid, 2007).

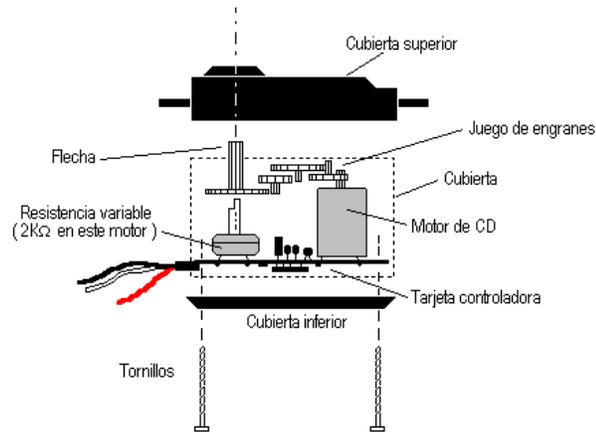
Se lo puede mirar en la figura 8.



**Figura 8.** Control angular de un servo motor

**Fuente:** (Salas, 2013)

Al ingresar la señal codificada por la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje, cuando la señal codificada varía, la posición angular de los piñones también varía y permite un cambio de posición del engranaje que conecta al brazo externo. (Salas, 2013) Se lo puede contemplar en la figura 9.



**Figura 9.** Partes de un servomotor

**Fuente:** (Salas, 2013)

#### 2.1.2.8.1 TIPOS DE SERVOMOTORES

Existen tres tipos de servomotores los cuales se mencionan a continuación:

- **Servomotores de corriente continua (CC):** Contiene un motor de corriente continua y utiliza la modulación por ancho de pulso (PWM) para posicionarse en una ubicación. (uclm.es, 2007)
- **Servomotores de corriente alterna (AC):** Contiene un motor de fase dividida con un rotor tipo jaula de ardilla, posee un devanado de fijo y un devanado de control que cuando sus voltajes son iguales a cero el servo se detiene y alcanza el punto deseado. (areatecnologia, 2000)
- **Servomotores de imanes permanentes o Brushless:** Contiene un motor de corriente continua que se mueve debido a que existe un campo electromagnético conmutado electrónicamente y que hace que varíe su posición. (nichese, 2010)

#### 2.1.2.9 ZUMBADOR (BUZZER)

Es un transductor electroacústico que transforma la energía eléctrica en energía acústica, y produce un sonido de tono habitualmente agudo. (DiegoPerez, 2007)

Se lo puede observar en la figura10.



**Figura 10.** Buzzer

**Fuente:** (hobbytronics, 2015)

## 2.2 CÁMARA IP

Es una cámara que envía las imágenes directamente a la red (intranet o internet), está incorpora su propio miniordenador que comprime el vídeo y lo envía, puede tener una gran variedad de funciones como movimiento o visión nocturna. (William Stalings, 2010)

Con la tecnología P2P, no se necesita ninguna configuración para acceder a la red WAN, solo la configuración básica de la red LAN que permita el acceso a Internet, así la cámara utiliza un número identificador único y su respectiva contraseña, con la que se enlaza a los servidores alojados en internet, de tal manera que se puede acceder desde cualquier lugar del mundo al video de la cámara. (pranainc.com.ec, 2015)

Se lo puede mirar en la figura 11.

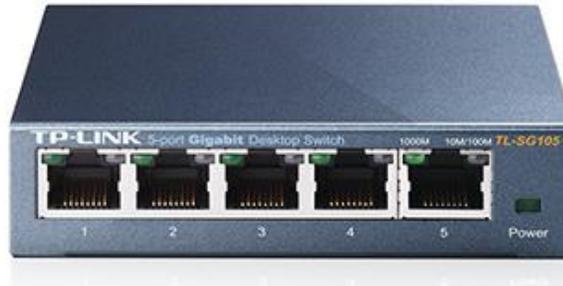


**Figura 11.** Cámara IP Cloud Seetong

**Fuente:** (seetong, 2015)

## 2.3 SWITCH

El Switch interconecta segmentos de red y transporta datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de las tramas que se envíen en la red, trabaja en la segunda capa del modelo OSI, es decir en la Capa de enlace de datos. (William Stalings, 2010). Se lo observa en la figura 12.



**Figura 12.** Switch tp-link tl sg105

**Fuente:** (lelong, 2016)

## 2.4 ETHERNET

El estándar IEEE 802.3 se aplica a las redes de área local (LAN), el cual determina el tipo de cableado a utilizar y las características de la señal que transporta una red tendida. Ethernet permite que dentro de una red se envíen y reciban datos y así evitar cualquier tipo de colisión, de manera que fracciona los datos y los envía a través de un método conocido como conmutación de paquetes, para obtener un conjunto tramas. (mastermagazine.info, 2010) En la Tabla 2. puede verse la estructura de una trama.

- **El preámbulo:** muestra el comienzo de la trama y hace que el dispositivo receptor detecte la nueva trama y se sincronice. (uruguayeduca, 2007)
- **Delimitador de inicio de trama:** muestra donde empieza de la trama de datos. (uruguayeduca, 2007)
- **Los campos de la MAC de destino y origen:** indican las direcciones físicas de los dispositivos que intervienen en la comunicación. (exa.unicen.edu.ar, 2011)

- **La etiqueta:** es opcional y muestra la pertenencia a una VLAN o la prioridad en IEEE P802.1p. (exa.unicen.edu.ar, 2011)
- **Ethernetype:** muestra el tipo de protocolo que contiene los datos del Payload, si se usara un protocolo de capa superior. (uruguayeduca, 2007)
- **Payload:** contiene todos los datos conjuntamente con cabeceras de otros protocolos de capas superiores. (uruguayeduca, 2007)
- **Secuencia de comprobación:** es un segmento de 4 bytes que lleva una cantidad de verificación, donde el emisor calcula y el receptor recalcula, si el valor resultante es igual a 0 la trama es correcta. (exa.unicen.edu.ar, 2011)
- **Gap de terminación de trama:** es el espaciado entre tramas y contiene 12 bytes.

**Tabla 2.** Estructura de la trama de Ethernet 802.3

Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	MAC de destino	MAC de origen	802.1Q Etiqueta(opcional)	Ethertype o longitud (IEEE 802.3)	Payload	Secuencia de comprobación (32-bit CRC)	Gap entre frames
7 Byte	1 Byte	6 Byte	6 Byte	4 Byte	2 Byte	De 46(o 42) hasta 1500 Bytes	4 Byte	12 Byte
		64-1522 Bytes						
		72-1530 Bytes						
		84 -1542 Bytes						

**Fuente:** Tomada de (uruguayeduca, 2007)

Estas tramas se envían a todos los dispositivos que conforman la red, y las tarjetas NIC mediante el protocolo ARP determinan a quien va destinada la trama.

Todos los dispositivos de la red realizan el envío de tramas sin importar el momento, sin embargo cuando dos dispositivos transmiten al mismo tiempo se producirá una colisión, es por ello que utiliza CSMA/CD (Acceso múltiple con sensor de portadora y detector de colisiones) en el cual se escucha la red para comprobar si el canal está libre y transmitir. (ie.itcr.ac.cr, 2015)

Ethernet opera en las dos primeras capas del modelo OSI, la mitad inferior de la capa de enlace de datos, conocida como subcapa MAC y la capa física.

## 2.5 IEEE 802.11

Es un estándar que establece las especificaciones de una red de área local inalámbrica (WLAN), se lo conoce como WI-FI. Este define las dos capas inferiores del modelo OSI para las conexiones inalámbricas que utilizan ondas electromagnéticas. (standards.ieee.org, 2013)

- **La capa de enlace de datos:** Compuesta por dos subcapas: control de enlace lógico (LLC) y control de acceso al medio (MAC). (Bernal, 2005)
- **La capa física :** Define la modulación de las ondas de radio y las características de señalización para la transmisión de datos, esta capa establece tres medios de transmisión alternativos (Bernal, 2005):
  - **Infrarrojo:** Basado en la modulación de intensidad y la detección directa de la portadora óptica (Bernal, 2005).
  - **DSSS:** En el espectro ensanchado por secuencia directa, el flujo de datos que se van a transmitir es dividido en trozos y luego enviado por diferentes canales que contienen etiquetas binarias para recuperar la información original. (ingetelecom, 2007)
  - **FHSS:** La modulación por salto de frecuencia, es un modo de espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre frecuencias portadoras cambiantes sincrónicamente con el transmisor. (ingetelecom, 2007)

### 2.5.1 SUBESTANDARES DEL ESTÁNDAR 802.11

Existen distintos tipos de estándares los cuales son modificaciones con el fin de garantizar mayor seguridad o compatibilidad, de los cuales se mencionan las tres principales a continuación:

- **802.11a:** El estándar 802.11a posee velocidades de hasta de 54 Mbps teóricamente, aunque en la práctica son 30 Mbps los que maneja, tiene ocho canales de radio en la

banda de frecuencia de 5 GHz y su ancho de banda es de 20 MHz, utiliza OFDM (*multiplexación por división de frecuencias ortogonales*). (Jose Manuel Huidobro, 2009)

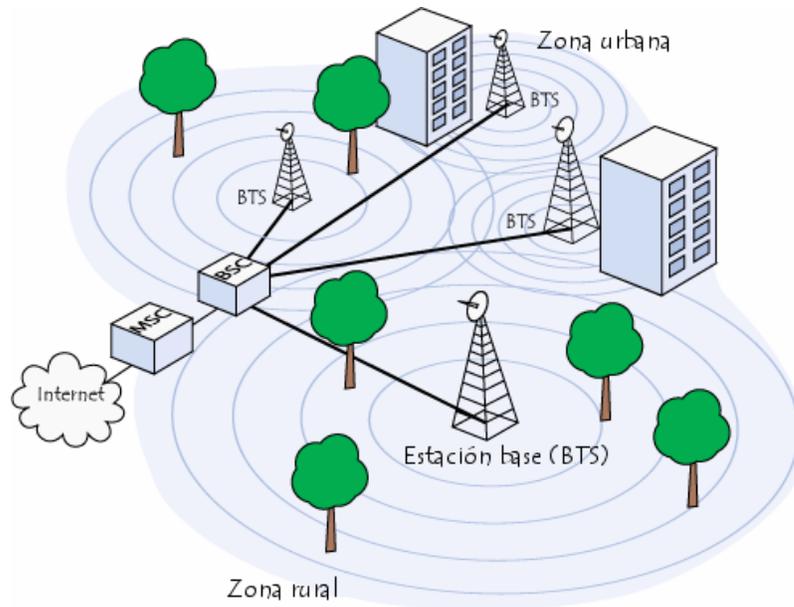
- **802.11b:** El estándar 802.11b posee velocidades de 11 Mbps teóricamente y 6 Mbps en la práctica, tiene un alcance estimado de 200 metros sin obstáculos. Trabaja en la banda de frecuencia de 2,4 GHz con catorce canales disponibles y un ancho de banda de 5MHz. (Bernal, 2005)
- **802.11g:** El estándar 802.11g tiene un ancho de banda de 20 MHz, con una velocidad máxima de 54 Mbps teóricamente pero 30 Mbps en la práctica, trabaja en la banda de frecuencia de 2,4 GHz, utiliza la codificación OFDM. El estándar 802.11g es compatible con el estándar, el 802.11b. (Bernal, 2005)
- **802.11n:** El estándar IEEE 802.11n Wi-Fi / WLAN utiliza tecnologías como OFDM y MIMO y transmite a velocidades altas, de hasta 600 Mbps, su ancho de banda es 40 MHz. Trabaja en la frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz. Puede cambiar dinámicamente el canal de operación, de 40 MHz a 20 MHz gracias al modo de operación PCO (Phased Co-existence Operation) mientras se comunica con dispositivos 802.11 a/b/g o n, por lo cual posee una compatibilidad retroactiva. (Bernal, 2005)

## 2.6 TELEFONÍA CELULAR

Es la comunicación inalámbrica a través de ondas electromagnéticas que funciona mediante un arreglo de antenas distribuidas por la superficie terrestre y forma una red de células que proporcionan la cobertura necesaria para conectar a los terminales o teléfonos móviles (Gámez, 2014). Como se muestra en la figura 13.

Los sistemas celulares se clasifican en analógicos y digitales, los mismos que se rigen a normas de transmisión para definir las bandas de frecuencias a utilizar que son: ( 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, etc.), los métodos de acceso múltiple a emplear son: (FDMA, TDMA, CDMA). (Gámez., 2009)

GSM o Sistema Global de Comunicaciones Móviles, es la norma celular más utilizada en el mundo y corresponde al sistema digital, es originario de Europa y actualmente está difundido por todo el planeta, además ofrece grandes ventajas tecnológicas. (Gámez., 2009)



**Figura 13.** Red de Telefonía Celular 2G

**Fuente:** (ccm, 2014)

## 2.6.1 GENERACIONES DE LA TELEFONÍA CELULAR

### 2.6.1.1 PRIMERA GENERACIÓN G1

Trabajaba mediante comunicaciones analógicas con dispositivos portátiles de gran tamaño en comparación con los actuales. Esta generación utilizaba los siguientes estándares de comunicaciones:

- AMPS (Sistema telefónico móvil avanzado): Se presentó en 1976 en Estados Unidos y fue el primer estándar de redes celulares analógicas que funcionaba mediante un conjunto de celdas a diferentes frecuencias para luego interconectarse a la estación base. (invea, 2011)
- TACS (Sistema de comunicaciones de acceso total): Similar a AMPS, pero funcionó en Europa y Asia, su frecuencia de trabajo fue 900 MHz. (dalcame, 2003)
- ETACS (Sistema de comunicaciones de acceso total extendido): es la ampliación de la cantidad de canales TACS. (dalcame, 2003)

### **2.6.1.2 SEGUNDA GENERACIÓN G2**

Es la generación del cambio de tecnología analógica a tecnología digital, sus principales estándares son:

- GSM (Sistema global para las comunicaciones móviles): Trabaja en las bandas de frecuencia de 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz en Sudamérica, Asia y Europa. La banda de frecuencia de 1900 MHz se utiliza en Norteamérica, además posee servicios de acceso a datos que son: GPRS y EDGE. (Calvopiña)
- GPRS (Servicio general de paquetes de radio): Con 114 Kbps como velocidad teórica de datos pero con 40 Kbps en la práctica. Se la conoce como categoría 2.5G. (Gámez., 2009)
- EDGE (transmisión de datos mejorados para la evolución de gsm), se lo denomina 2.75G, cuadruplica la velocidad de transmisión de GPRS, la velocidad de transmisión es 384 Kbps en teoría. (invea, 2011)
- TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo): Usa la división por tiempo de señales, así se puede aprovechar de mejor manera el canal y así aumentar el flujo de datos a transmitir. (Calvopiña)
- CDMA (Acceso múltiple por división de código): Maneja el método de espectro ensanchado, en el que se transmite varias señales con diferentes códigos y utiliza una misma frecuencia portadora. (ccm, 2014)

### **2.6.1.3 TERCERA GENERACIÓN 3G**

Esta generación emplea velocidades superiores a 144 Kbps y permite el uso de servicios multimedia con Internet de alta velocidad. Trabaja en las bandas de frecuencia de 1885 a 2025 MHz y 2110 a 2200 MHz. (ccm, 2014)

Utiliza diferentes estándares como UMTS (Sistema universal de telecomunicaciones móviles) con un ancho de banda de 5Mhz y velocidades de transmisión de 384 Kps hasta 2Mps, además utiliza W-CDMA (Acceso múltiple por división de código de banda ancha), como técnica de codificación. (invea, 2011)

- HSPA (Acceso de alta velocidad de paquetes): Basado en UMTS, es la unión de 2 métodos de transmisión de datos: HSDPA y HSUPA, con velocidades de hasta 14,4 Mbps en bajada y hasta 2 Mbps en subida según la saturación de red. (4gamericas.org, 2016)
- HSPA+: Es una evolución de HSPA, utiliza modulación 64QAM y transporta más información con los mismos recursos radioeléctricos, puede alcanzar velocidades de 168 Mbps de descarga y 22 Mbps de subida, además implementa tecnología MIMO para transmitir por varios canales en paralelo, adicionalmente utilizan dos portadoras simultaneas de 5 MHz para el enlace de bajada. (4gamericas.org, 2016)

#### **2.6.1.4 CUARTA GENERACIÓN 4G**

La cuarta generación 4G viene dada por la unión de diferentes tecnologías que mejoran la transferencia de datos, incluye técnicas de avanzado rendimiento como MIMO y SDR. (profesores.elo.utfsm.cl)

##### **Componentes fundamentales:**

- Soporte de IPV6: IPV6 Móvil comparte muchas características y mejoras con IPV4 Móvil.
- Transmisión y recepción de señales mediante MIMO (Múltiple entrada múltiple salida) en donde se utilizan varias antenas para transmitir datos y así aumentar el volumen de transmisión en un mismo periodo de tiempo. (4gamericas.org, 2016)
- Radio definida por software (SDR): es software que simula los componentes de hardware como (mezcladores, filtros, amplificadores, moduladores/demoduladores, etc.) (profesores.elo.utfsm.cl, 2015)
- Estándar IPV6: incrementa el número de dispositivos inalámbricos conectados a la red, con calidad de servicio y mejor enrutamiento.
- LTE (Long Term Evolution) emplea la banda de 700 MHz, la tasa máxima de descarga es de 326,4 Mbps y 86,4 Mbps de subida, en la versión LTE advanced la tasa de descarga es 1Gbps y 500Mbps de subida. Proporciona un alto rendimiento para velocidades de 0 a 15 km/h en movimiento, la conexión se mantiene con

velocidades de hasta 500 km/h, al contrario de las tecnologías 2G y 3G, LTE usa conmutación de paquetes en lugar de conmutación de circuitos. (4gamericas.org, 2016)

## 2.7 ANDROID

Es un sistema operativo creado por Google el cual es OpenSource, está basado en el núcleo kernel de Linux, fue diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes, tablets, relojes inteligentes, hasta automóviles. (eosiberica, 2014). En la figura 14 se observa Smartphone de distintas marcas con sistema operativo Android.



**Figura 14.** Teléfonos Celulares con sistema operativo Android

**Fuente:** (androidexpert, 2014)

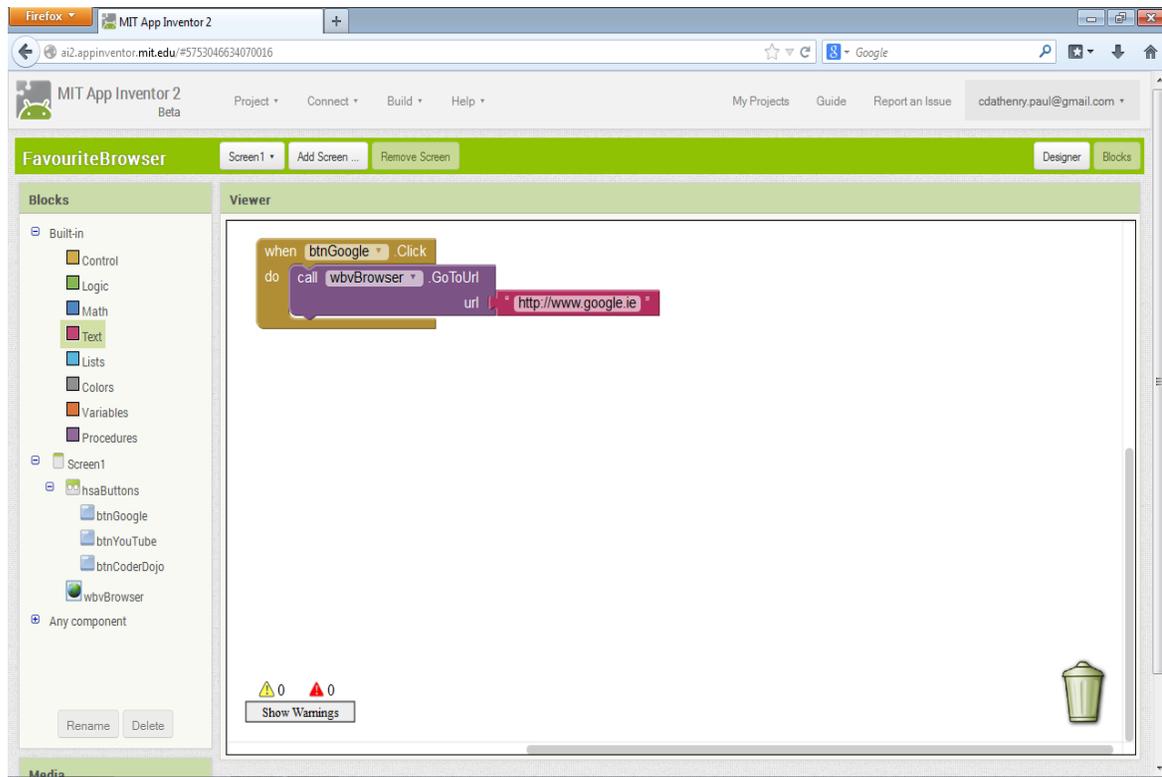
## 2.8 APP INVENTOR

Es un entorno de trabajo creado inicialmente por el MIT (Instituto tecnológico de Massachusetts) que luego fue acogido por Google, se utiliza para crear aplicaciones que se ejecutan y corren en entornos android mediante una interfaz gráfica que utiliza la programación por bloques. (tuappinventorandroid, 2015). En la figura15 se puede ver una pantalla de appinventor.

### **Características y especificaciones:**

- Es un software libre y no necesita de licencias.

- Funciona como una multiplataforma, es decir que utiliza una máquina virtual java y un navegador web instalados en el computador.
- Soporta distintas tecnologías de conectividad: GSM/EDGE, CDMA, UMTS, Bluetooth, Wi-Fi, LTE, HSDPA entre otras.



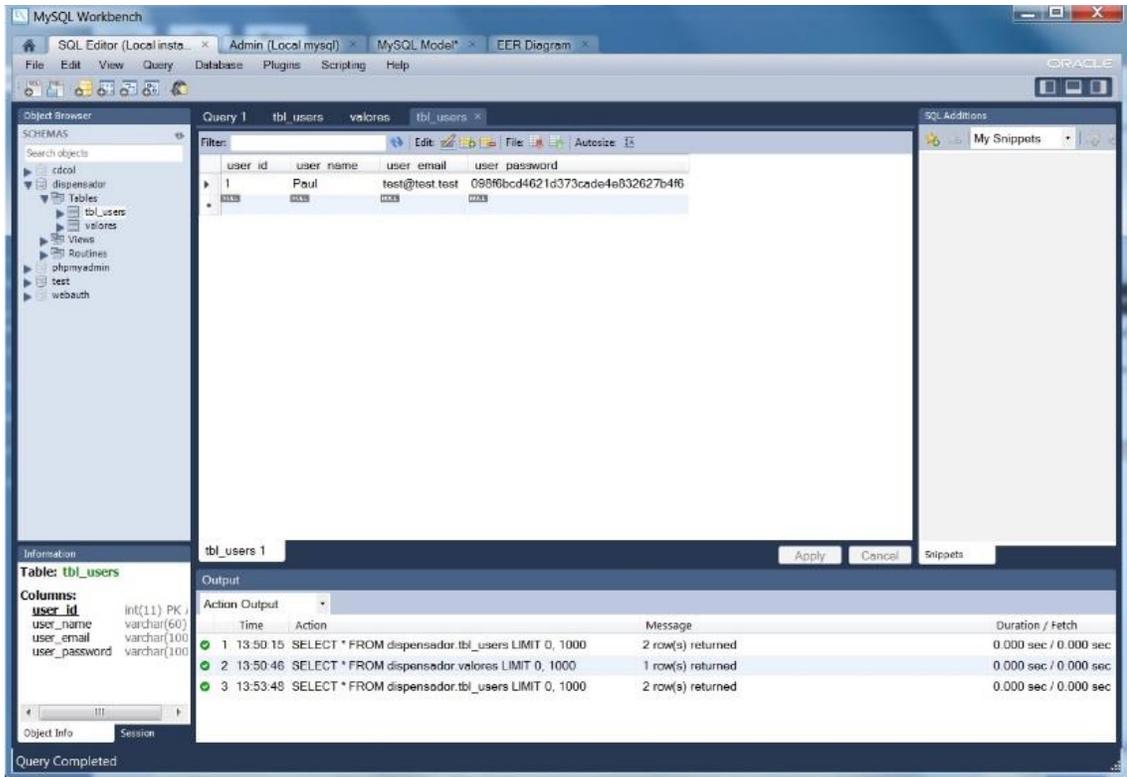
**Figura 15.** Entorno de Desarrollo App Inventor.

**Fuente:** (ai2.appinventor, 2016)

## 2.9 MYSQL

Es un gestor de base de datos de código abierto y fácil manejo, capaz de administrar un archivo de lo más simple hasta un sistema complejo orientado a objetos.

Utiliza tablas de almacenamiento, su base de programación es C y C++, además permite la adaptación con lenguajes de programación como PHP, Java y otros, es aplicable con diferentes sistemas operativos como Windows, Linux, Unix y sus distintas versiones. (esepestudio.com, 2010). Se lo puede apreciar en la figura 16.



**Figura 16.** Ventana de Mysql workbench.

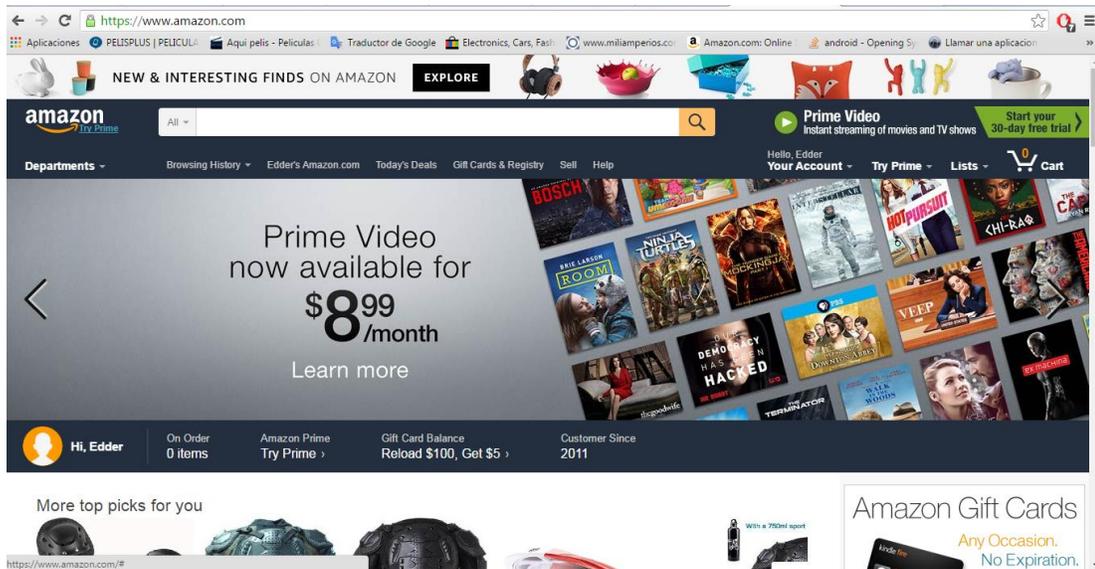
**Fuente:** (mysql,2016)

## 2.10 PÁGINA WEB

Una Página Web es un documento electrónico que forma parte de la WWW (World Wide Web) generalmente construido en lenguaje HTML (Lenguaje de Marcado de Hipertexto) o en XHTML (Lenguaje de Marcado de Hipertexto Extensible), cuenta con enlaces para navegar entre páginas, además de información textual y multimedia como animaciones, videos, imágenes, etc y se la puede visualizar mediante un navegador web. (madrid, 2004)

Las páginas web están alojadas en equipos locales o servidores web, los mismos que pueden publicarlas en la WWW para poder acceder desde internet o permitir el acceso a redes privadas como intranet. (madrid, 2004)

En la figura 17 se muestra la página web de Amazon.



**Figura 17.** Página web de Amazon

**Fuente:** (amazon,2016)

## 2.11 DISPENSADORES DE COMIDA COMERCIALES PARA MASCOTAS

Hoy en día existen varios modelos comerciales de dispensadores automáticos de alimentos para mascotas con diferentes características de los cuales se nombrará los más destacados según su funcionalidad:

### 2.11.1 PETCORP FOOD DISPENSER PROGRAMABLE.

Características:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• El funcionamiento es automático por un tiempo determinado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tapa de cierre por torsión que mantiene los alimentos frescos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil programación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad 2.5kg</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio en Estados Unidos: \$ 79.99</li> </ul>

**Fuente:** (petco,2016)

Se lo puede mirar en la figura 18.



**Figura 18.** Dispensador automático de alimento Petcorp

**Fuente:** (petco,2016)

### 2.11.2 PERFECT PETFEEDER

Características:

<ul style="list-style-type: none"><li>• Posee un sensor que calcula el peso exacto de la ración de alimento que debe consumir la mascota.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Posee una batería recargable que se activa en caso de un corte de energía y asegura que se dispense la comida.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Está conformada con platos de acero inoxidable hipo alergénico.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de 5kg.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Precio en Estados Unidos: \$ 499</li></ul>

**Fuente:** (perfectpetfeeder, 2016).

Se lo observa en la figura 19.



**Figura 19.** Dispensador de alimento para mascotas Pet feeder

**Fuente:** (perfectpetfeeder, 2016).

### 2.11.3 DOGSIMATIC

Características:

• Funciona a 12 voltios.
• Horario programable.
• Temporizador que regula la cantidad de alimento.
• Admite cualquier tipo de alimento seco.
• Consumo 5W.
• Capacidad 30 Kg aproximadamente.
• Tiene una batería de backup de 12V si fallase la energía eléctrica.
• Precio en España: \$ 580

**Fuente:** (comederos-automaticos, 2004)

Se lo puede divisar en la figura 20.



**Figura 20.** Dispensador Dogsimatic  
**Fuente:** (comederos-automaticos, 2004)

#### 2.11.4 COMEDERO AUTOMÁTICO LE BISTRÓ PETMATE

Características:

<ul style="list-style-type: none"><li>• Programa las dosis de comida que se desea dar a la mascota diariamente.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• La tolva donde se deposita el alimento es transparente para controlar el nivel.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Indicador del estado de las pilas</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tamaño pequeño y compacto</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad 2.5kg</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Precio en Estados Unidos: \$ 41.30</li></ul>

**Fuente:** (etshop, 2016)

Se lo contempla en la figura 21.



**Figura 21.** Dispensador le bistro petmate  
**Fuente:** (etshop, 2016)

## **2.12 LA ALIMENTACIÓN DE LA MASCOTA**

Existe mucha variedad en el tipo de alimento que consumen las mascotas y dependen de la raza, el tamaño, la edad y la actividad física, uno de estos alimentos es el balanceado, pues contiene diferentes tipos de nutrientes que cubren los requerimientos de estas mascotas, además es fácil de manejar y poseen buena calidad (mundomanuales, 2007)

Es importante controlar la cantidad de energía que consume diariamente la mascota, pues si se sobrepasa la porción recomendada en conjunto con el sedentarismo, se induce al perro a un estado de obesidad con los problemas de salud que esto conlleva o por el contrario la falta de nutrientes provocaría un efecto de desnutrición. (somsomuyperros, 2015)

En conclusión, el mejor alimento para una mascota es el balanceado, porque tiene la cantidad exacta de nutrientes y oligoelementos que necesita la mascota, además existen diversos tipos de alimentos que dependen de la edad, raza y actividad física del perro. (srperro, 2015)

Hay recomendaciones importantes cuando se va a alimentar a una mascota:

- Cuando son cachorros comen de 3 a 4 veces diariamente y a partir de los 6 meses se reduce la porción a 2 veces diarias. (somosmuyperros, 2015)
- Deben comer diariamente en el mismo lugar y a la misma hora.
- Es conveniente tener suficiente agua limpia para que se hidraten las mascotas.

No obstante, según (perrosmania, 2015) se debe tener en cuenta algunas recomendaciones para establecer la cantidad de comida ideal para una mascota. Las razas pequeñas necesitan menos cantidad que las grandes. Así por ejemplo, en las razas pequeñas, como los chihuahuas, necesitan ingerir entre 29g y 92g diarios hasta los cuatro meses, a los seis meses, entre 33g y 84g, de los seis a los ocho meses, la cantidad debe ser de los 28g y los 66g. Y de los ocho meses en adelante, entre 23g y 65g. Es decir que mientras el perro crece, la cantidad de comida que necesita disminuye porque su cuerpo está por terminar el crecimiento y no requiere más calorías que solo lo engordarían. (somosmuyperros, 2015)

La cantidad de comida que se le debe dar a un perro se la puede observar en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Relación entre edad del perro y cantidad de comida.

<b>EDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>RAZAS MEDIANAS</b>	
4 MESES – 6 MESES	140 g - 245 g
6 MESES – 8 MESES	140 g - 235 g
A PARTIR DE 8 MESES	135 g – 230 g
<b>RAZAS GRANDES</b>	
HASTA 4 MESES	210 g – 480 g
4 MESES – 6 MESES	365 g – 590 g
6 MESES – 8 MESES	390 g – 520 g
A PARTIR DE 8 MESES	340 g – 445 g

Fuente: (perrosmania, 2015)

Existe una gran variedad de alimento balanceado para mascotas que varían según los compuestos sean Fibra, Grasa, Proteína y demás elementos que los hacen más o menos nutritivos, por esta razón es muy difícil generalizar la cantidad de alimento que un perro debe comer según su raza y tamaño, puesto que cada marca maneja distintas proporciones de compuestos.

Debido a esto se debe delimitar el uso de un solo tipo de alimento para proveer las cantidades sugeridas por el fabricante, para este proyecto se escogió la marca Purina Dog Chow como alimento para perros adultos de razas medianas a grandes que es lo más común y de los cuales presentan la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Relación entre peso del perro y cantidad de alimento.

<b>PESO DEL PERRO</b>	<b>CANTIDAD DE ALIMENTO</b>
9 kg – 22 kg	160g – 315g
22kg – 34 kg	315g – 420g
34kg – 45 kg	430g – 510g

**Fuente:** Purina Dog Chow

## **2.13 EXPERIMENTO DE PAVLOV**

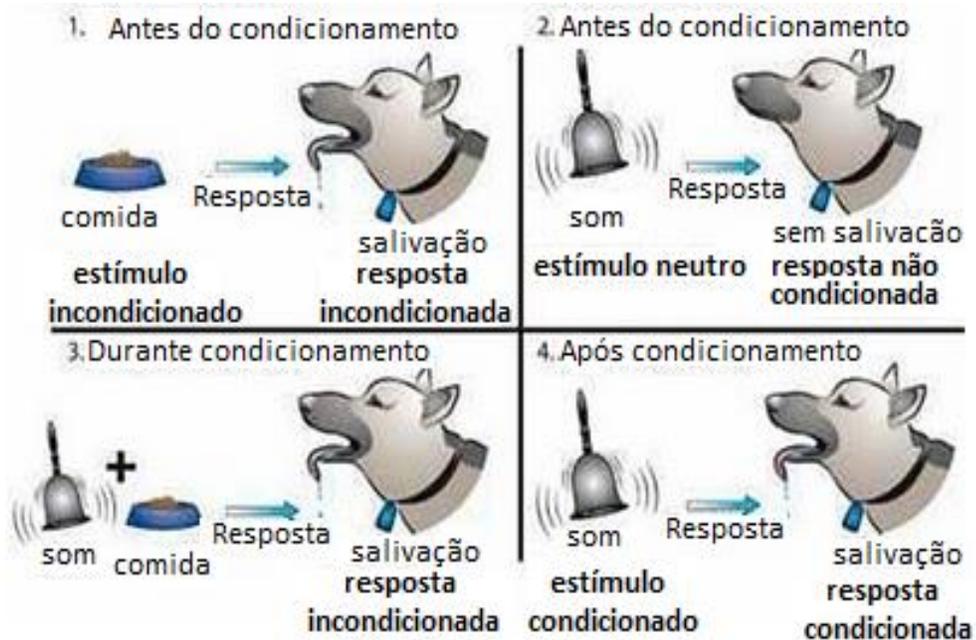
Es un experimento de la ciencia del comportamiento, pues demuestra que se puede entrenar a un ser vivo para que reaccione al sentir un estímulo repetitivo.

Pavlov, experimentó con perros, al hacer sonar una campana antes de darles comida, crea una condición que el perro relaciona el sonido de la campana con la acción de comer. (Iacanina, 2014)

La segunda parte de experimento consiste en sonar la campana y comprobar la secreción de saliva y jugos gástricos, lo que corroboró al abrir orificios en la zona abdominal de los perros y tomar muestras de ellas. (Iacanina, 2014)

De esta manera demostró que el estímulo sonoro activaba el sistema digestivo previamente entrenado sin que el perro necesariamente viera la comida.

Finalmente cortó las conexiones entre el sistema nervioso y el gástrico. Al producir un estímulo sonoro, no se secretaron jugos gástricos ni saliva, demostrándose así que la parte psicológica controlaba la parte biológica. (behavioristaemacao., 2015). Se aprecia en la figura 22.



**Figura 22.** Reflejo condicionado de Pavlov

**Fuente:** (nueva-acropolis, 2007)

Al observar el comportamiento que tienen los perros al reaccionar positivamente al reflejo condicionado demostrado por Pavlov, se tiene la certeza que al implementarlo en el dispensador de alimento funcionara positivamente, por lo que se utiliza un buzzer que emite un sonido y que el perro lo reconoce y lo relaciona con comida.

## 2.14 ELEMENTOS A UTILIZARSE

En esta sección se presenta la descripción y la elección de los elementos que componen el sistema electrónico del dispensador de alimentos.

- El Arduino Mega 2560, posee 54 puertos de entrada/salida y un microcontrolador ATMEGA 2560 con una capacidad de almacenamiento mayor a otras versiones,

además de su velocidad de procesamiento. Este módulo Arduino tiene una estructura dinámica en su programación y conexión, por lo cual es la pieza central del proyecto, el mismo que interactúa con los demás elementos del proyecto.

- El Ethernet Shields es un módulo de la misma familia de Arduino, es decir que es compatible con el Arduino Mega 2560 y encaja en sus pines, posee un puerto Ethernet para la conexión a una red LAN con velocidades de 10/100 Mbps, por lo cual es el elemento esencial para la comunicación del dispensador.
- El servo motor Powerpro 996R está diseñado con engranes metálicos a diferencia de otros servomotores que poseen engranes plásticos muy propensos a romperse, posee un torque de 9.4 kg.cm capaz de abrir y cerrar la compuerta del suministro de alimento.
- El buzzer 4khz, es un zumbador genérico capaz de emitir un sonido a una frecuencia de 4khz suficientes para entrar en el rango audible de un canino (35khz), es el encargado de emitir un sonido de llamado y crear un reflejo condicionado.
- El sensor HC-SR04, es un sensor ultrasónico de distancia, su rango máximo de alcance es de hasta 4m y su rango mínimo son 2cm, posee una apertura de 15° y su precisión es de 3mm, suficiente para determinar la cantidad de alimento que existe en el compartimento que es de 34 cm.
- La cámara IP PST-IPCD309AS, contiene una tarjeta de red que permite conectarse con un servidor donde transmite el video y al que se puede acceder mediante una aplicación android sin necesidad de que la cámara tenga una dirección ip estática para ubicarla, a diferencia de otras cámaras ip que necesitan de este tipo de direcciones y que solo el proveedor de servicio de internet puede proporcionar por una mayor suma de dinero. Es así que mediante esta cámara se podrá acceder a video desde cualquier lugar por medio de Internet.
- El switch TP-LINK TL-SG105, posee 5 puertos 10/100/1000Mbps con detección automática de velocidad y es Plug and Play es decir que se conecta sin necesidad

de configurarlo. Es el encargado de unir el segmento de red del Ethernet Shield con el segmento de red de la cámara IP, para luego salir por un solo segmento de red hacia la red LAN.

## **2.15 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El Diseño y construcción de un sistema de alimentación para perros, controlada y monitoreada vía Android.

¿Permitirá controlar las variables como cantidad y tiempo en el momento de dispensar el alimento a una mascota?

¿Se podrá controlar la manera de alimentación de forma remota por medio de un sistema automático?

¿Se ayudará a los dueños de mascotas con el inconveniente de no poseer tiempo para alimentarlos a horas precisas por ausencia en sus hogares?

## **2.16 HIPÓTESIS**

Con el presente proyecto, al momento de implementarlo se podrá controlar las variables y constantes, como cantidad y tiempo en el instante de dispensar el alimento a una mascota y se podrá controlar el sistema de alimentación remotamente por medio de un dispositivo con sistema operativo Androide, con lo que se ayudará a los dueños de perros que tengan el inconveniente de no tener tiempo para alimentarlos a horas precisas por ausencia en sus hogares.

## **2.17 METODOLOGÍA**

Se utilizará la metodología científica para el desarrollo del proyecto con la técnica de la observación sistemática, la misma que se reúne la información necesaria, lugares, conductas de las mascotas o el comportamiento de los dueños.

De igual manera junto con el método de observación van los métodos de análisis y síntesis que permiten conocer los elementos fundamentales de los que consta el proyecto y como se componen entre ellos.

En la segunda etapa, los métodos inductivo y deductivo que estructura el procedimiento mediante la observación, experimentación, comparación de resultados y la formulación de ideas para la implementación del proyecto.

Finalmente la utilización del método experimental con el que se analiza y se comprueba el correcto funcionamiento del dispensador de alimento, su control, la medida de resultados y las correcciones del caso.

### **3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA**

El sistema está compuesto por un módulo arduino Mega 2560 que es la parte central del proyecto, el cual censa las señales de entrada, procesa las órdenes previamente cargadas en su memoria y las ejecuta mediante sus puertos de salida en los que se encuentran conectados un servomotor y un zumbador .

El buzzer o zumbador es el encargado de emitir un sonido de llamado y crear un reflejo condicionado, lo que el perro consciente o inconscientemente relaciona con comida.

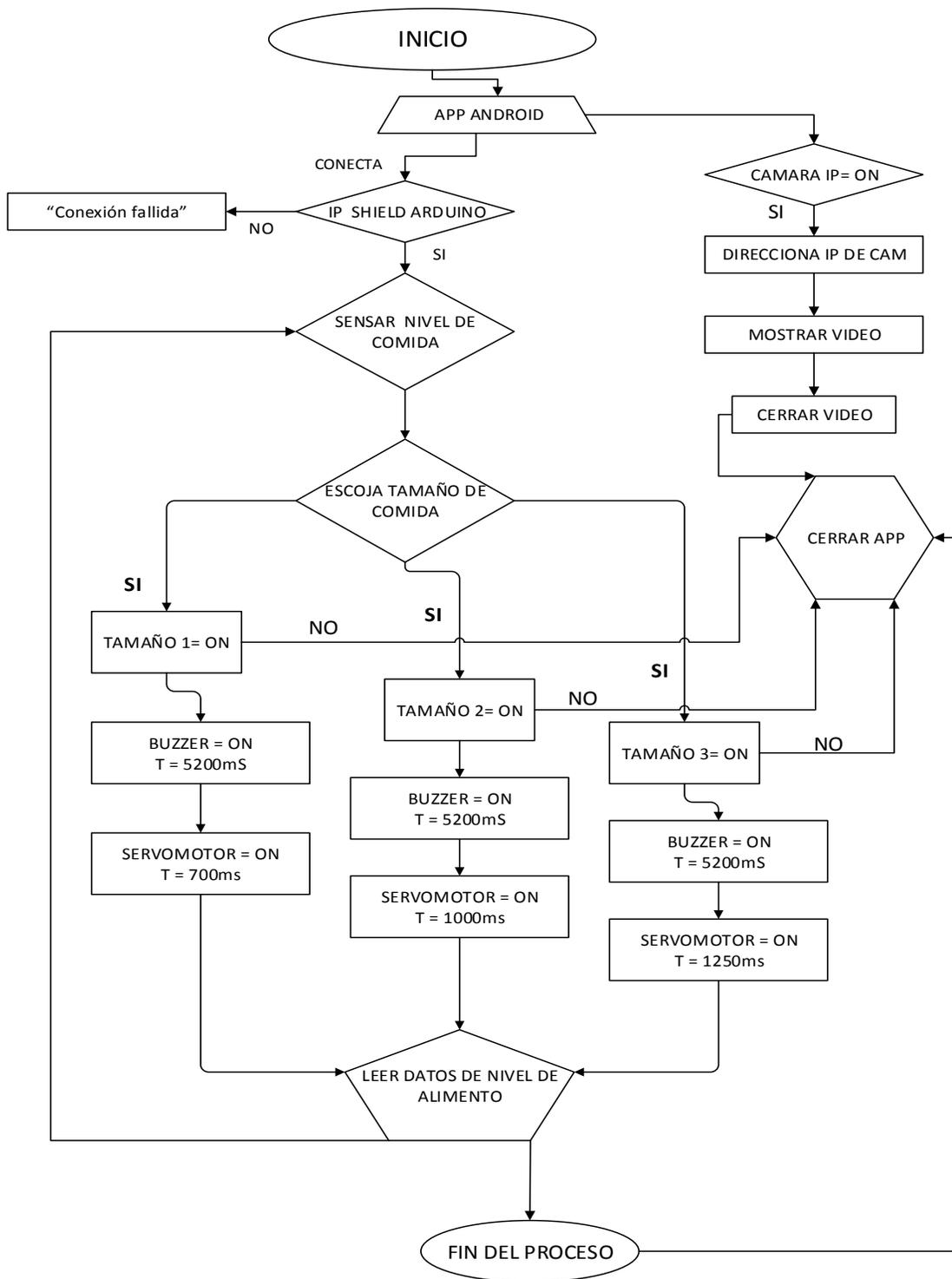
Dentro de los elementos que envían señales a una de las entradas del arduino mega 2560, se encuentra el sensor de distancia, el mismo que envía una onda de frecuencia desde la tapa del dispensador hasta que esta choque con el alimento y rebote, para así conocer la distancia a la que se encuentra y determinar la cantidad de la comida existente.

La cámara IP Cloud Seetong permite observar lo que sucede en la parte frontal del dispensador, aunque el usuario se encuentre a miles de kilómetros, de esta manera se puede monitorear el ambiente externo y verificar la existencia de alimento en el plato, o si el perro está alimentándose correctamente.

El switch TP-LINK TL-SG105 permite interconectar los segmentos de red del Ethernet Shield y la cámara IP con la red local, para enviarla a un router externo y poder tener acceso a internet.

#### **3.2 ETAPA DE DISEÑO**

Dentro de esta etapa se tiene el desarrollo del software, montaje de hardware y la etapa de diseño y desarrollo mecánico del prototipo.



**Figura 23.** Flujograma del proceso

Elaborado por: (Autor)

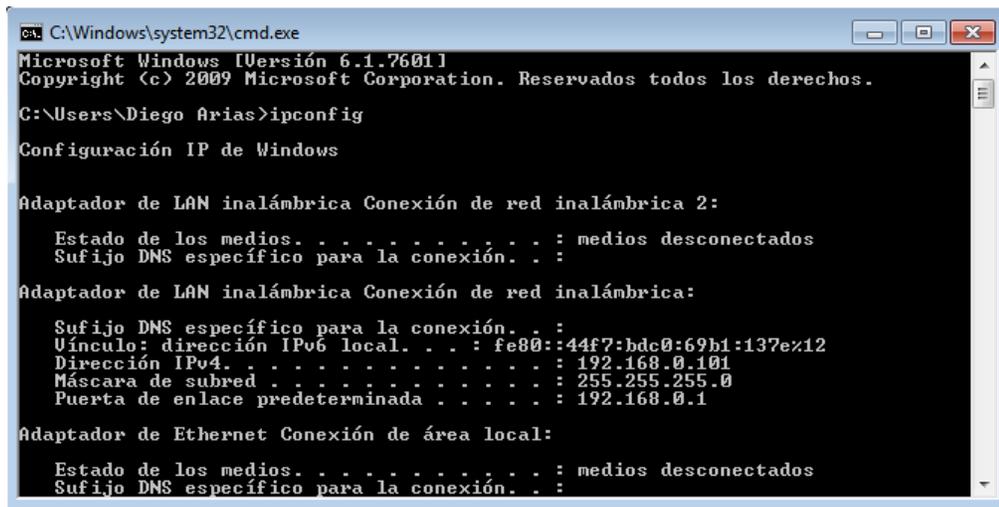
### 3.2.1 SOFTWARE

Dentro de la parte de software se realiza la configuración del router, para obtener una dirección IP que a continuación será integrada en la programación de Arduino y que este forme parte de la red LAN, posteriormente se realiza la programación de la aplicación Android.

Primeramente se configura el acceso a internet del Arduino Ethernet Shield en el router TP-LINK WA801ND y se forma una red de área local, adicionalmente se abre el puerto TCP/80 de acceso a Internet.

#### 3.2.1.1 CONFIGURACIÓN DE LA RED

Para configurar la comunicación entre el módulo Arduino Ethernet y el router, se conoce la dirección IP asignada al router que viene a ser la puerta de enlace. En la figura 24 se pueden apreciar la configuración IP.



```
cmd, C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Diego Arias>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica 2:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . :

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica:

    Sufijo DNS específico para la conexión. . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::44f7:bd0:69b1:137e%12
    Dirección IPv4. . . . . : 192.168.0.101
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada . . . . : 192.168.0.1

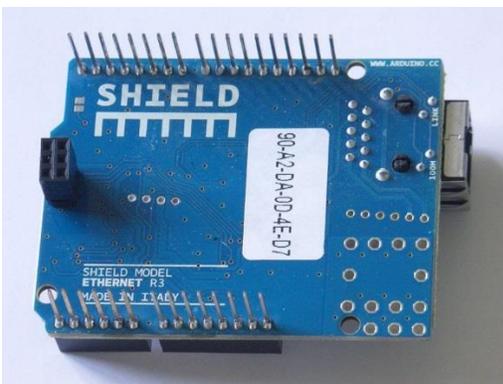
Adaptador de Ethernet Conexión de área local:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . :
```

Figura 24. Pantalla que muestra configuraciones IP.

Elaborado por:(Autor)

Con la dirección de la puerta de enlace 192.168.0.1. Se procede a obtener la dirección MAC de la tarjeta Shield Ethernet que se encuentra escrita en la parte posterior de esta. En la figura 25 se observa la dirección MAC del Shield Ethernet.



**Figura 25.** Dirección Mac de Arduino Ethernet

**Fuente:** (raywenderlich, 2016)

En la programación del arduino se ingresa una dirección IP que forme parte de la red LAN como es 192.168.0.7, la dirección MAC de la Shield y la puerta de enlace. Como se muestra en la figura 26.

A screenshot of the Arduino IDE interface showing a C++ program for configuring an Ethernet shield. The code includes variable declarations for MAC address, server name, and IP address, along with the setup function for serial communication.

```
RECIBIR_DATOS_Y_EJECUTAR3 Arduino 1.6.3
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
RECIBIR_DATOS_Y_EJECUTAR3 $
String si2;
String si3;

int sol=0;//estado para actualizar las bds
int so2=0;
int so3=0;

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };

char server[] = "www.piccotron.com";

IPAddress ip(192,168,0,7);

EthernetClient client;
#define SR04TrigPin 3
#define SR04EchoPin 2

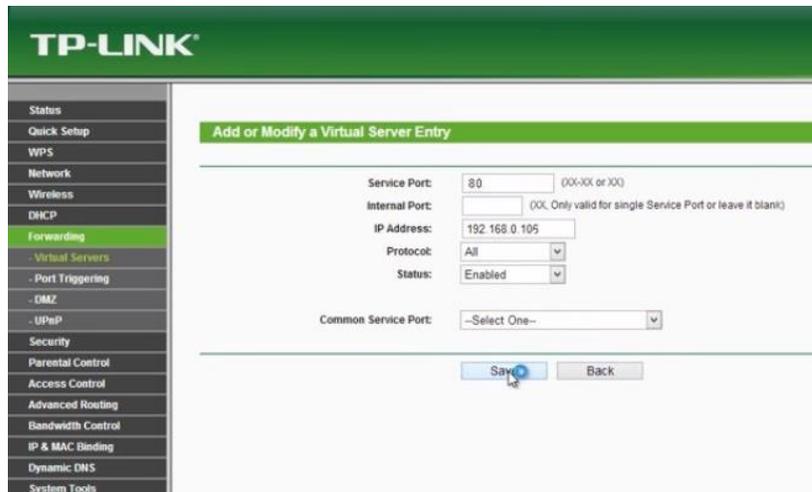
void setup() {
  // Open serial communications and wait for port to open:
  Serial.begin(9600);
}
```

**Figura 26.** Configuración de IP de Arduino Ethernet.

**Fuente:** (Autor)

### 3.2.1.2 PUERTOS UTILIZADOS PARA LA COMUNICACIÓN

Para abrir el puerto de comunicación TCP 80, se ingresa mediante un navegador web con la dirección IP 192.168.0.1 la que normalmente es la puerta de enlace, a continuación el usuario y la contraseña. Una vez dentro del sistema de configuración del router, en la opción Forwarding se digita el número de puerto y la dirección IP del Arduino Ethernet. Se puede ver en la figura 27 la pantalla de configuración del router.



**Figura 27.** Pantalla de configuración

**Fuente:** (Autor)

### 3.2.1.3 PROGRAMACIÓN DE ARDUINO

Arduino tiene su propio entorno de desarrollo llamado IDE, en donde se escriben las líneas de instrucción que posteriormente son almacenadas en la memoria del Arduino Mega, las cuales son instrucciones que indican que entradas leer y que enviar a las salidas.

El código de instrucciones utilizado en el proyecto, primeramente configura las variables de entrada y las inicializa en cero, posteriormente configura la red de acceso Ethernet de donde se reciben datos de entrada y se verifica el tipo de dato, a continuación se procede a enviar señales de salida que accionan un buzzer y por último mediante otro puerto de salida, accionar el servomotor durante un determinado tiempo según la señal de entrada.

Paralelamente el sensor ultrasónico envía señales a las entradas del microcontrolador, en donde después de un proceso matemático son convertidas en un valor decimal, que posteriormente es transformado en un valor porcentual y se presenta en la página web como la barra de cantidad del alimento.

#### **3.2.1.4 DISEÑO DE LA APLICACIÓN EN APP INVENTOR**

El diseño de la Aplicación Android se lo desarrollo en el programa APP INVENTOR, este posee una plataforma gráfica y muy fácil de manejar, en donde se crea un archivo denominado “DISPENSADOR.APK” que posteriormente es instalado en el dispositivo Android. En la figura 28 se puede observar el icono de la aplicación.



**Figura 28.** Icono de la aplicación Android

**Fuente:** (Autor)

Para el botón denominado “Dispensar Alimento”, se hizo un llamado a la página web: <http://piccotron.com/dispensador/index.php>, utilizando la función activity starter.

Para el botón denominado “Monitoreo por video”, primeramente se instaló la aplicación propia de la cámara IP de nombre “Seetong”, posteriormente se hizo el llamado a esta aplicación utilizando la función activity starter, especificando el nombre con el que Google Play lo identifica, es decir: “com.seetong.app.seetong1”. En la figura 29 se puede apreciar la página principal de la aplicación.

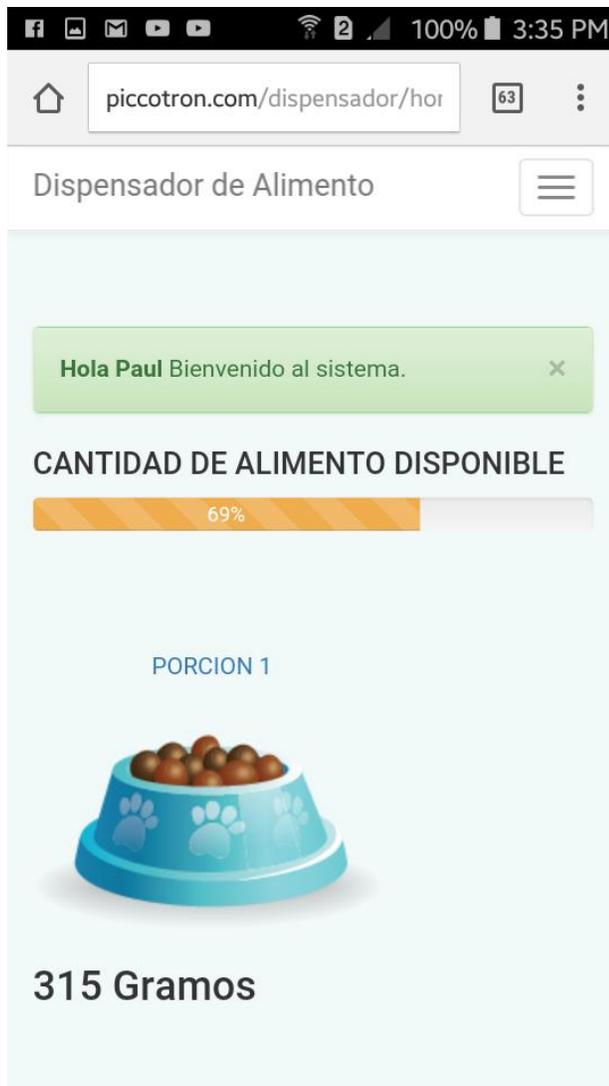


**Figura 29.** Página principal de la aplicación Android

**Fuente:** (Autor)

#### **3.2.1.4 DISEÑO DE LA PAGINA WEB**

Para el diseño de la página web se utilizó Hypertext Preprocessor (PHP) como lenguaje de programación, posteriormente la página se alojó en un servidor web de dirección <http://piccotron.com>. En la figura 30 se puede apreciar la página web del dispensador.



**Figura 30.** Página web del dispensador

**Fuente:** (Autor)

### 3.2.2 HARDWARE

La etapa de hardware consta principalmente de un Arduino mega y un Shield Ethernet compatible con Arduino, el cual se conecta mediante un puerto Ethernet RJ-45 hacia el Router que funciona en modo cliente previamente configurada la apertura del puerto 80 para la conexión con internet del Shield Ethernet y maneja una IP fija.



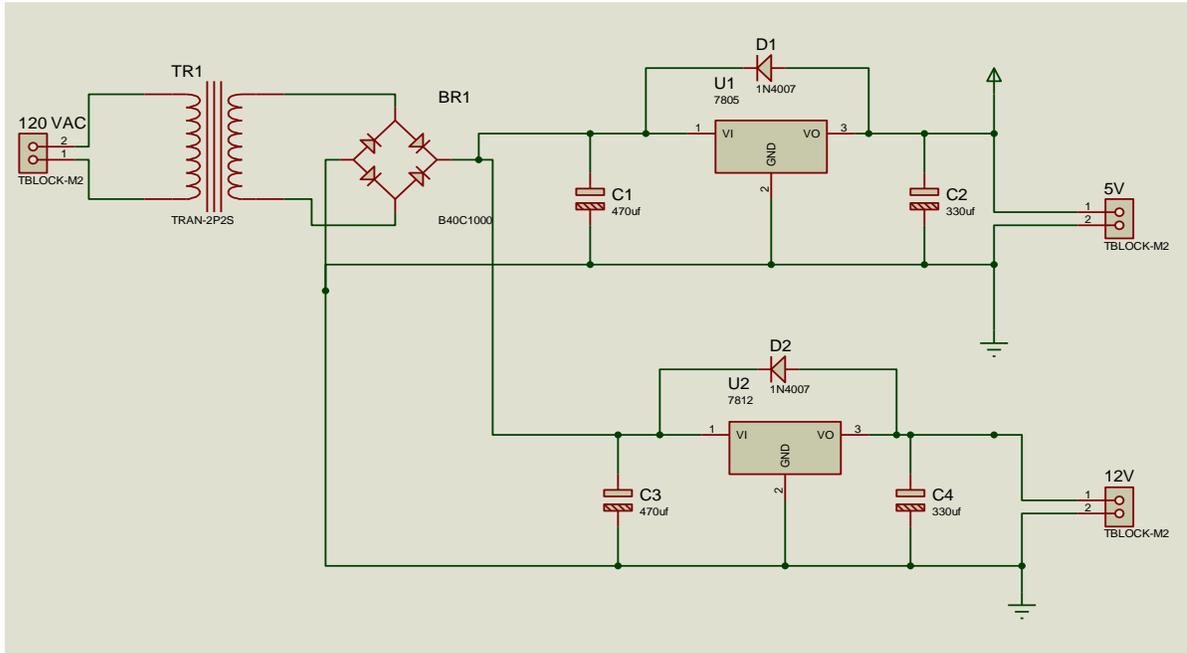
**Figura 31.** Esquema básico de conexiones

**Fuente:** (Autor)

Estos elementos interactúan entre sí, de modo que el modulo Ethernet recibe los datos del router y son procesados por el Arduino Mega, para que envíe señales que activen al buzzer y al servomotor o a su vez reciba señales del sensor ultrasónico.

### 3.2.2.1 DISEÑO DE LA FUENTE DE VOLTAJE

Para el proyecto se utiliza una fuente de 5V, 2A para alimentar al arduino mega, el Ethernet shield, el sensor ultrasónico, y el servo motor. También se utiliza una derivación de 12v para alimentar la cámara IP, se lo puede observar en la figura 32.



**Figura 32.** Fuente de 5V 2A y 12V 1A

**Fuente:** (Autor)

### 3.2.2.2 CONSUMO DE CORRIENTE DEL SISTEMA

- Arduino mega = 50mA
- Corriente Max por pin = 40mA x 5 = 200mA
- Ethernet shield= 50mA
- Sensor ultrasónico = 15mA
- Servomotor con carga = 1A

- Cámara IP (12v) = 400mA

Corriente Total a 5v = 1,315 A

Corriente Total = 1,715 A

### 3.2.2.3 CÁLCULO DE LA FUENTE DE VOLTAJE

Para el cálculo de la fuente de voltaje, se toma el valor de la corriente que el sistema consume y de acuerdo a este se selecciona un transformador que entregue una corriente mayor a la del sistema, en este caso es de 2A y posteriormente se realizan los cálculos detallados a continuación. La fuente de voltaje se la puede apreciar en la figura 33.

Donde:

- $V_i$  = voltaje que entrega el transformador
- $V_p$  = Voltaje pico
- $C$  = capacitancia del condensador
- $f$  = frecuencia
- $V_r$  = Voltaje de rizado

$$V_p = V_i \times \sqrt{2}$$

$$V_p = 12v \times \sqrt{2}$$

$$\mathbf{V_p = 16.97 v}$$

$$V_p = 16.97v - 1.4v(\text{diodos})$$

$$\mathbf{V_p = 14.97v}$$

$$C = \frac{I_q}{f \times V_r}$$

$$C = \frac{1.3A}{60\text{Hz} \times 9.97v}$$

$$C = 2173\mu F$$

- Potencia disipada por el regulador 78T05

$$V_r = V_{in} - V_{out}$$

$$V_r = 14.97v - 5v$$

$$V_r = 9.97v$$

$$PD = V_r \times I_L$$

$$PD = 9.97v \times 1.3A(\text{carga a } 5v)$$

$$PD \text{ a } 5v = 12.9W$$

$$V_r = V_{in} - V_{out}$$

$$V_r = 14.97v - 12v$$

$$V_r = 2.97v$$

$$PD = V_r \times I_L$$

$$PD = 2.97v \times 400mA(\text{carga a } 12v)$$

$$PD \text{ a } 12v = 1.18W$$

$$Potencia Total consumida = 12.9W + 1.18W = 14.08W$$

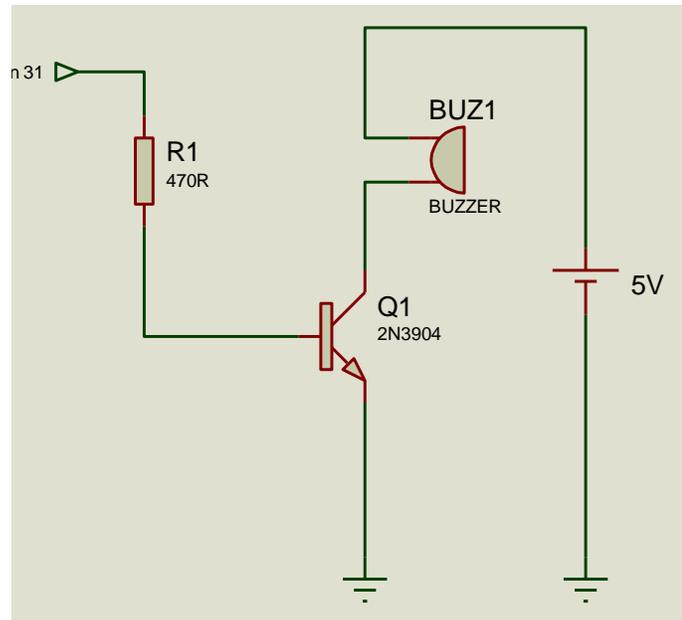


**Figura 33.** Fuente de poder armada  
**Fuente:** (Autor)

**Lista de componentes:**

1. Condensador 2200 uF
2. Condensador 2200 uF
3. Condensador 20 uF
4. Condensador 20 uF
5. Puente de diodos 2A Yg865c10
6. Diodos de silicio 1n4007
7. Regulador de voltaje lm78t05 3A con disipador de calor
8. Regulador de voltaje lm7812 1A con disipador de calor
9. Bornera de 2 vías
10. Bornera de 3 vías

El diseño del acoplador de voltajes para referenciar el nivel de GND es fundamental para el correcto funcionamiento del servomotor, el cual está diseñado en una placa de baquelita de donde se obtiene la alimentación para el Arduino Mega, Arduino Ethernet, servomotor y el sensor de ultrasonido, además se adjuntó un switch disparador que trabaja con un transistor BJT en corte y saturación, el mismo que activa el buzzer de llamada. Se lo observa en la figura 34.



**Figura 34.** Circuito accionador del buzzer

**Fuente:** (Autor)

### 3.2.2.4 CÁLCULO DEL CIRCUITO ACTIVADOR DEL BUZZER

Para que el buzzer sea activado, se necesita que el transistor BJT que trabaje en corte y saturación, para lo cual se realizaron los cálculos detallados a continuación. La tarjeta del buzzer se la puede observar en la figura 35.

Donde:

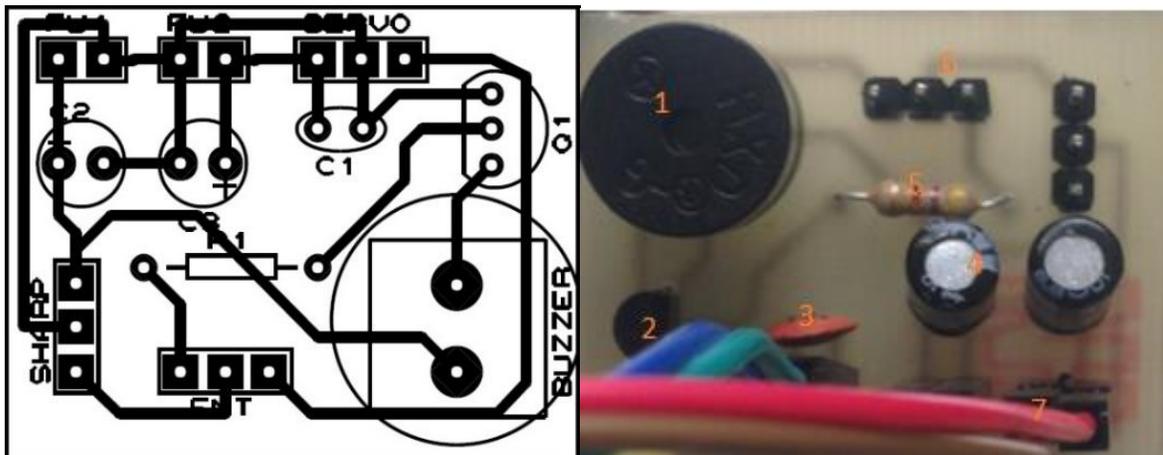
- $V_f$ = voltaje de la fuente
- $R_b$ = resiste de base
- $I_e$  = corriente de emisor
- $I_b$ = corriente de base
- $I_c$ =corriente de colector
- $\beta$ =ganacia del transistor
- $V_r$ =voltaje en la resistencia de base

$$I_c = \frac{V_f}{R(\text{buzzer})} = \frac{5V}{2\Omega} = 2.5A$$

$$I_c = \beta \cdot I_b \quad ; \quad I_b = \frac{300}{2.5A} = 8.3mA$$

$$V_r = 5v - 0.7v = 4.3v$$

$$R_b = \frac{V_r}{I_b} = \frac{4.3v}{8.3mA} = 516\Omega \quad ; \quad R_b \text{ colocada} = 470\Omega$$



a)

b)

**Figura 35.** Tarjeta buzzer. a) Pistas de la placa buzzer. b) Tarjeta buzzer armada.

**Fuente:** (Autor)

#### Lista de Componentes:

1. Zumbador
2. Transistor 2N3904
3. Capacitor 470nf cerámicos
4. Capacitores 100uF electrolíticos
5. Resistencia 470Ω
6. Conectores para Pcb machos
7. Conectores para Pcb hembras

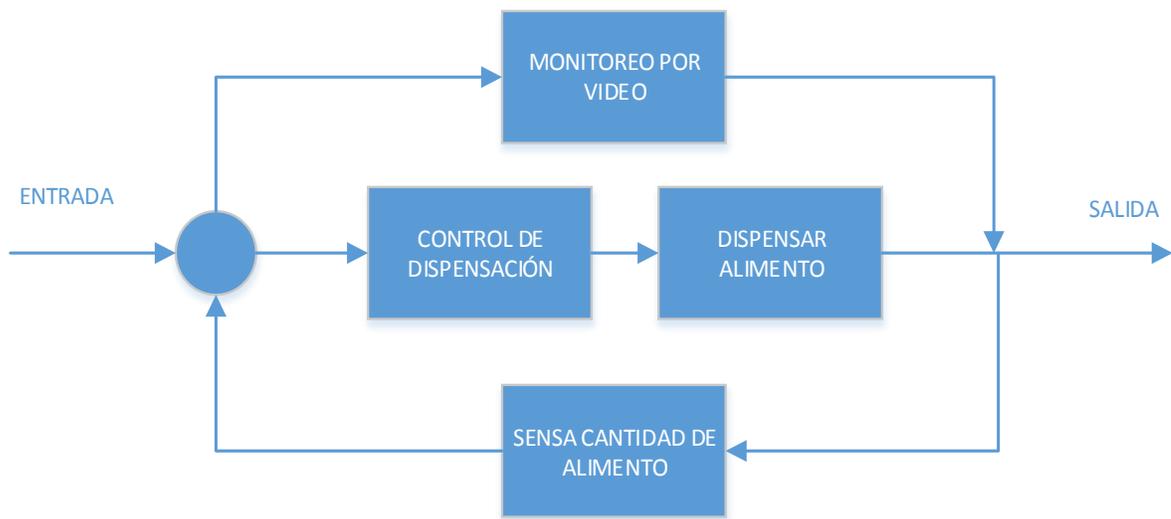
### 3.2.2.5 CIRCUITO PRINCIPAL

Con las etapas descritas anteriormente se realiza el esquema general del circuito, donde se observa el funcionamiento y acoplamiento de cada una de ellas.

Se diseña la fuente de voltaje que es la encargada de que todo el sistema funcione, la cual transforma la corriente alterna de la red a corriente continua.

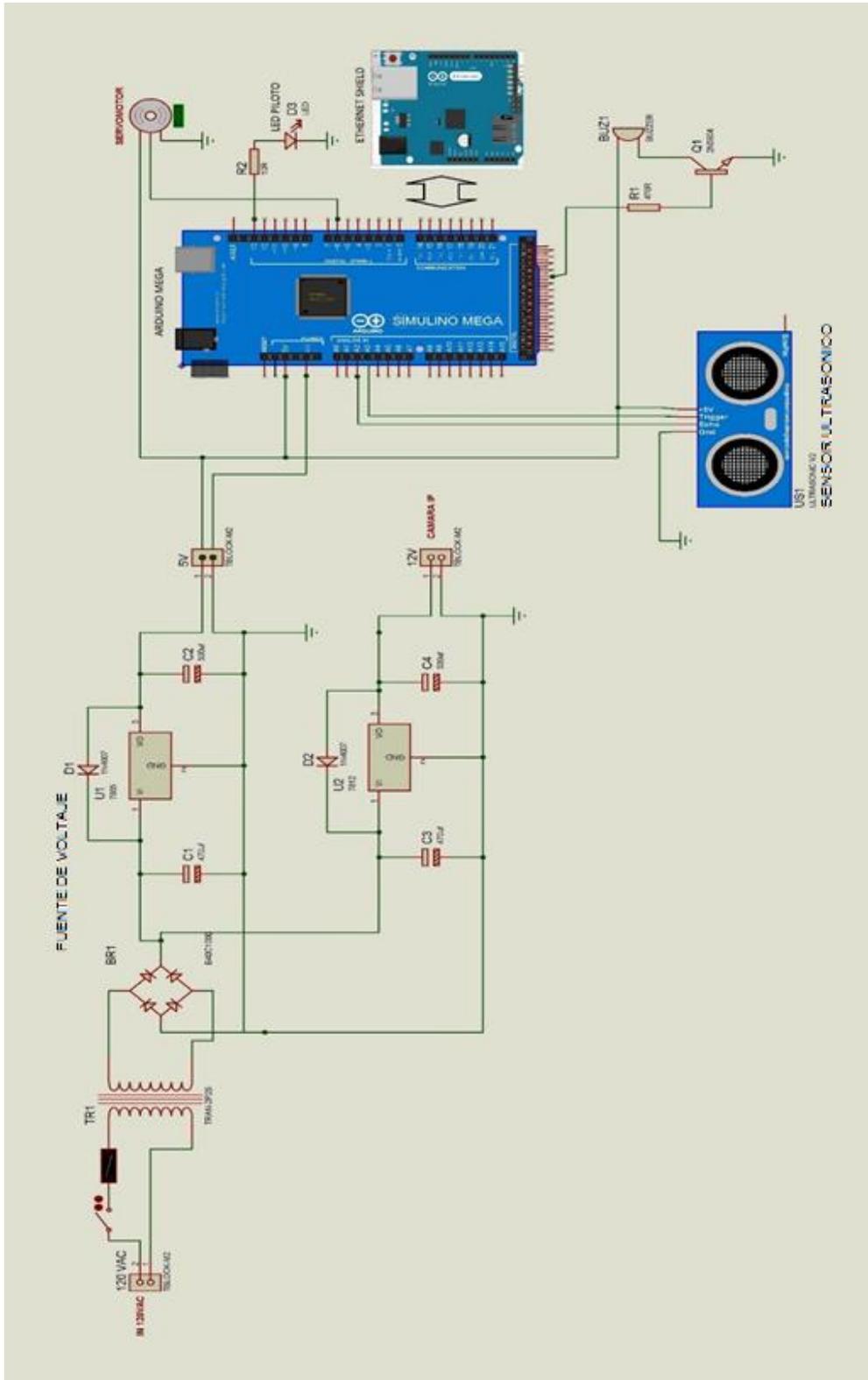
Esta corriente continua, alimenta con 5V al cerebro principal que es el Arduino Mega con su microcontrolador, el que recibe y envía señales de control por sus puertos a los módulos del buzzer, servomotor, sensor ultrasonico. Adicionalmente la fuente de voltaje posee una salida de 12 V, capaz de proveer de energía a la Cámara Ip, para el monitoreo de la comida entregada. En la figura 37 se puede contemplar el circuito principal y sus componentes.

En la figura 36 se puede observar el diagrama de bloques que muestra el funcionamiento general del prototipo diseñado.



**Figura 36.** Diagrama de bloques del prototipo

**Fuente:** (Autor)

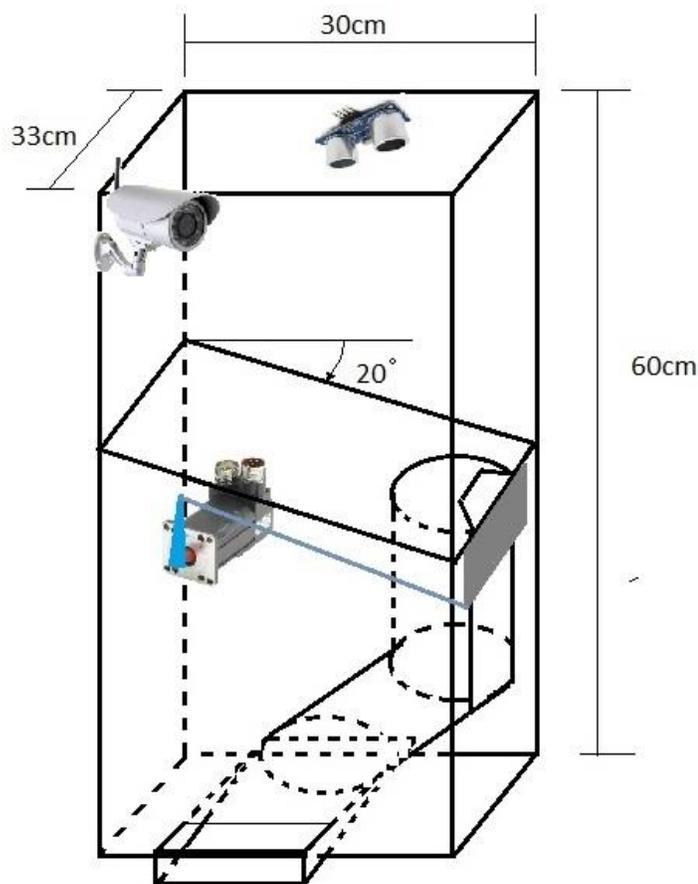


**Figura 37.** Circuito Principal.  
Fuente:(Autor)

### 3.2.2.6 DISEÑO MECÁNICO

En su parte mecánica el sistema está compuesto por una carcasa de fibra de madera conocida como MDF que está unida en sus paredes por ángulos metálicos y forma un ortoedro.

Internamente contiene un compartimento a desnivel con una boquilla en la parte inferior para que el alimento pueda caer con ayuda de la gravedad, cuando se habrá una compuerta conectada al brazo del servomotor, finalmente en la parte inferior existe un ducto que va desde la compuerta hasta una bandeja donde el alimento llega y puede ser consumido. En la figura 36 se puede observar el diseño mecánico del dispensador.



**Figura 38.** Diseño mecánico del dispensador de Alimento

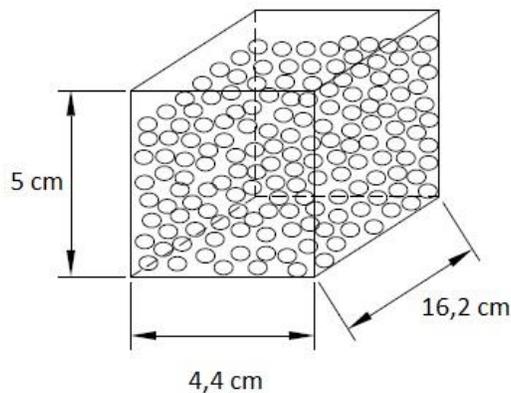
**Fuente:** (Autor)

### 3.2.2.7 CÁLCULO DE VOLUMEN DEL COMPARTIMIENTO

El compartimiento de alimento está construido en acrílico de 3 mm, donde permanecerá el alimento fresco y aislado de las paredes que constituyen la carcasa del dispensador, para lo cual se realizó el siguiente cálculo de volumen. En la figura 39 se puede observar el compartimiento de alimento.

Procedimiento:

- Tomo una porción de balanceado para perro y la peso(0,185 kg)
- Lleno un recipiente cuadrado con la cantidad antes mencionada.
- Calculo el volumen de la caja.



**Figura 39.** Caja de referencia para calcular el volumen

**Fuente:** (Autor)

$$H = 5 \text{ cm}$$

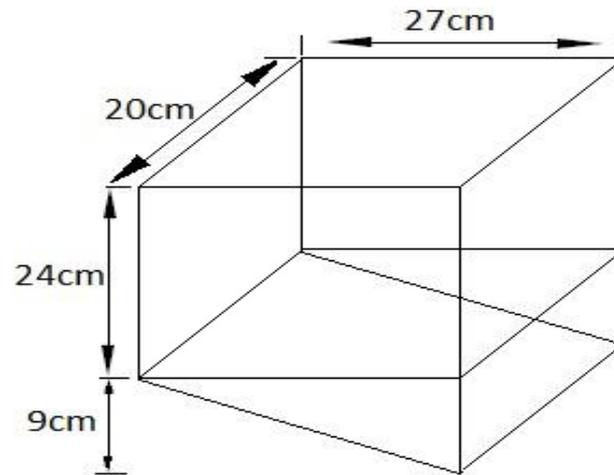
$$B = 4,4 \text{ cm}$$

$$P = 16,2 \text{ cm}$$

$$v_{referencial} = H \times B \times P$$

$$v_{referencial} = 356,4 \text{ cm}^3$$

- Cálculo el volumen total del compartimiento



**Figura 40.** Dimensiones del compartimiento de comida

**Fuente:** (Autor)

**DATOS:**

$$B1 = 27 \text{ cm}$$

$$H1 = 24 \text{ cm}$$

$$H2 = 9 \text{ cm}$$

$$P1 = 20 \text{ cm}$$

DESARROLLO:

$$V1 = B1 \times H1 \times P1$$

$$V1 = 27 \text{ cm} \times 24 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$

$$V1 = 12960 \text{ cm}^3$$

$$V2 = \frac{B1 \times H2 \times P1}{2}$$

$$V2 = \frac{27 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}}{2}$$

$$V2 = 2430 \text{ cm}^3$$

$$VT = V1 + V2$$

$$VT = 15390 \text{ cm}^3$$

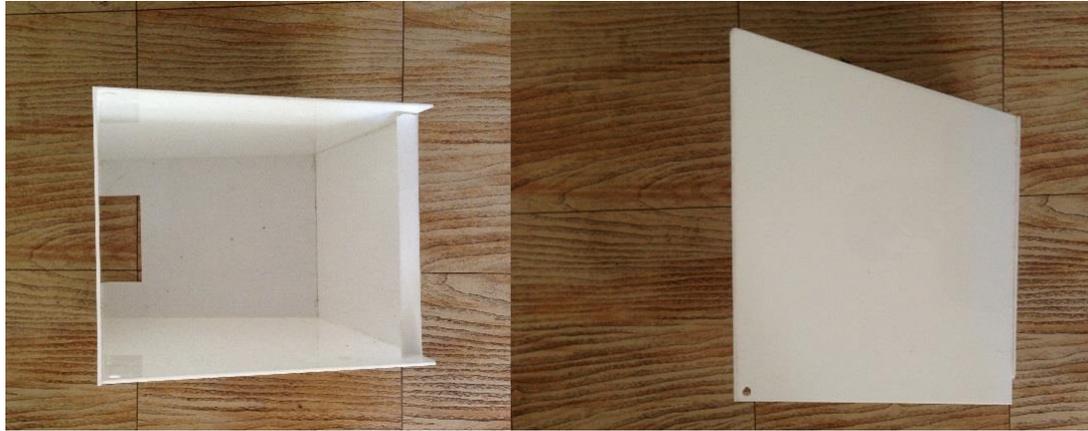
- Utilizo regla de tres

$$V \text{ referencial} = 0,185 \text{ kg}$$

$$V \text{ compartimiento} = ?$$

$$V \text{ compartimiento} = \frac{15390 \text{ cm}^3 \times 0,185 \text{ kg}}{356,4 \text{ cm}^3}$$

$$V \text{ compartimiento} = 7,98 \text{ kg} \sim 8 \text{ kg}$$



**Figura 41.** Contenedor de alimento, vista superior, vista lateral

**Fuente:** (Autor).

### 3.2.2.8 AUTONOMÍA DEL EQUIPO

a) Porción 1:

$$\text{Cantidad de porciones} = \frac{\text{capacidad del compartimiento}}{\text{cantidad de porción 1}} = \frac{8 \text{ kg}}{0,315 \text{ kg}} = 25,39 \text{ porciones}$$

$$\text{Días de autonomía} = \frac{\text{cantidad de porciones}}{2 \text{ veces al día}} = 12,5 \text{ días}$$

b) Porción 2:

$$\text{Cantidad de porciones} = \frac{\text{capacidad del compartimiento}}{\text{cantidad de porción 2}} = \frac{8 \text{ kg}}{0,420 \text{ kg}} = 19,04 \text{ porciones}$$

$$\text{Días de autonomía} = \frac{\text{cantidad de porciones}}{2 \text{ veces al día}} = 9,52 \text{ días}$$

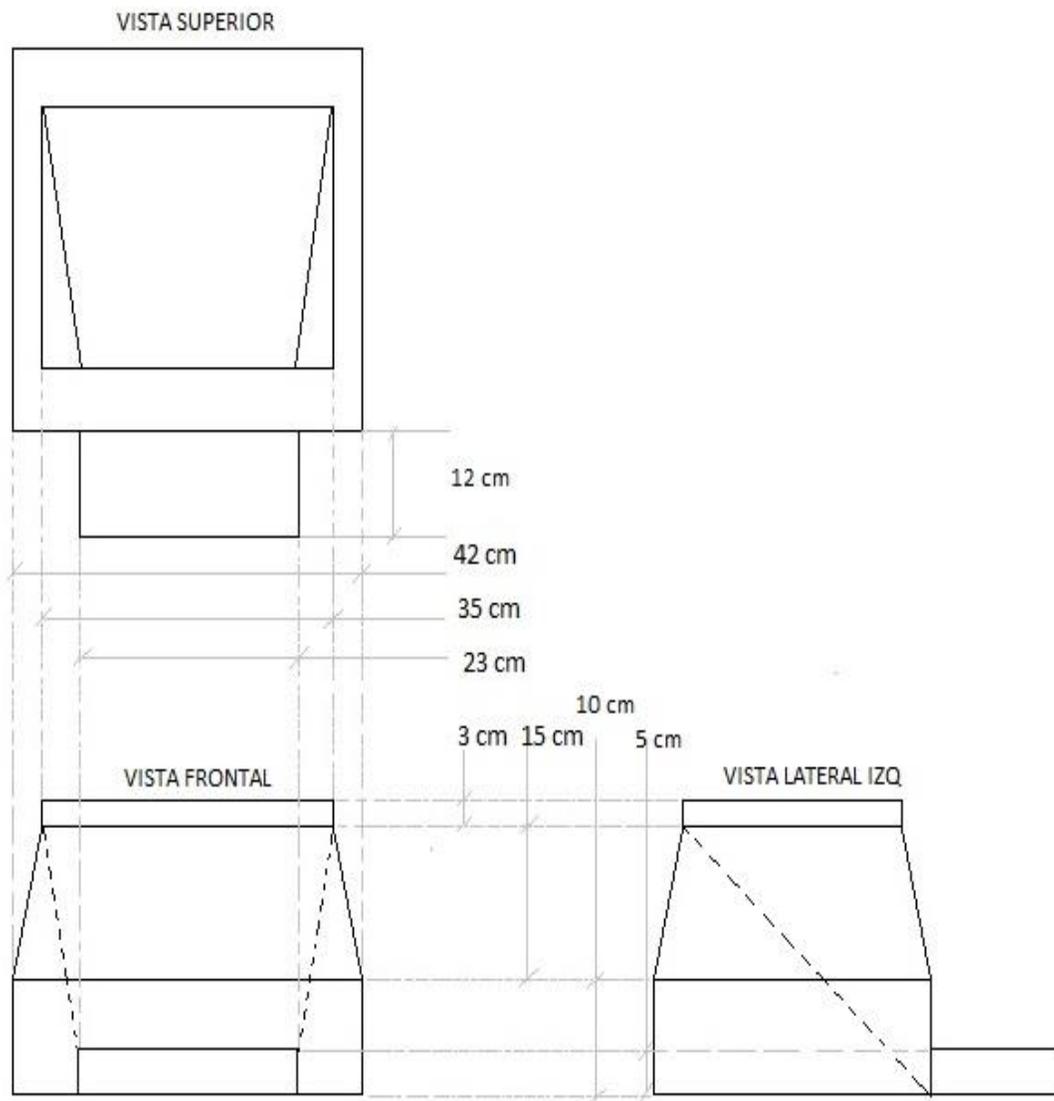
c) Porción 3:

$$\text{Cantidad de porciones} = \frac{\text{capacidad del compartimiento}}{\text{cantidad de porción 3}} = \frac{8 \text{ kg}}{0,510 \text{ kg}} = 15,68 \text{ porciones}$$

$$\text{Días de autonomía} = \frac{\text{cantidad de porciones}}{2 \text{ veces al día}} = 7,84 \text{ días}$$

### 3.2.2.9 DISEÑO DE LA BASE

La base del dispensador está hecha en tool de 1mm de espesor, como recubrimiento de la estructura formada por ángulos de 2 mm de espesor, lo que sostiene todo el conjunto de elementos y fija al piso el dispositivo. Se lo puede observar junto con sus medidas en la figura 38.



**Figura 42.** Base metálica del dispensador con medidas

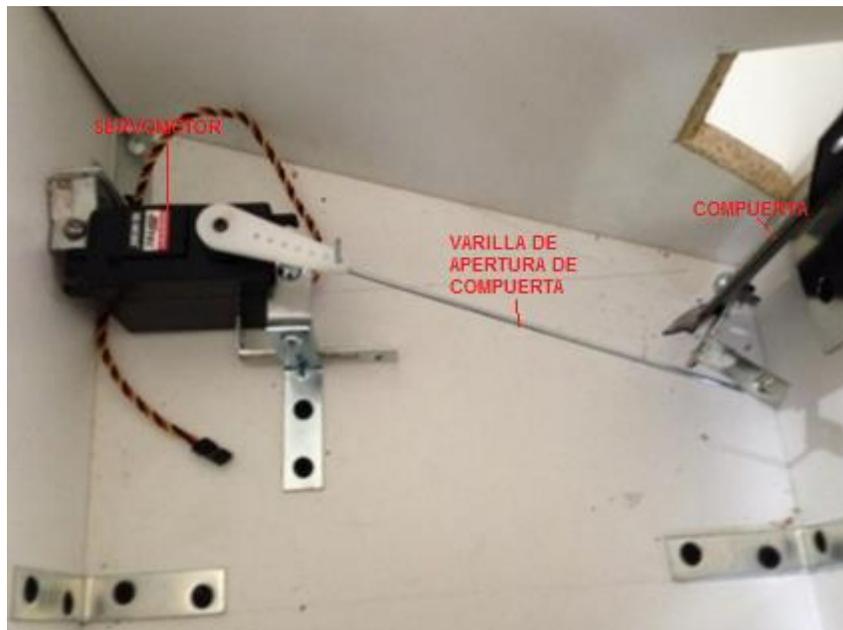
**Fuente:** (Autor).

### 3.3 MONTAJE E IMPLEMENTACIÓN

El sistema básicamente esta acoplado en su parte superior con un sensor de ultrasonido, que va conectado a la placa de acoplamiento de voltajes.

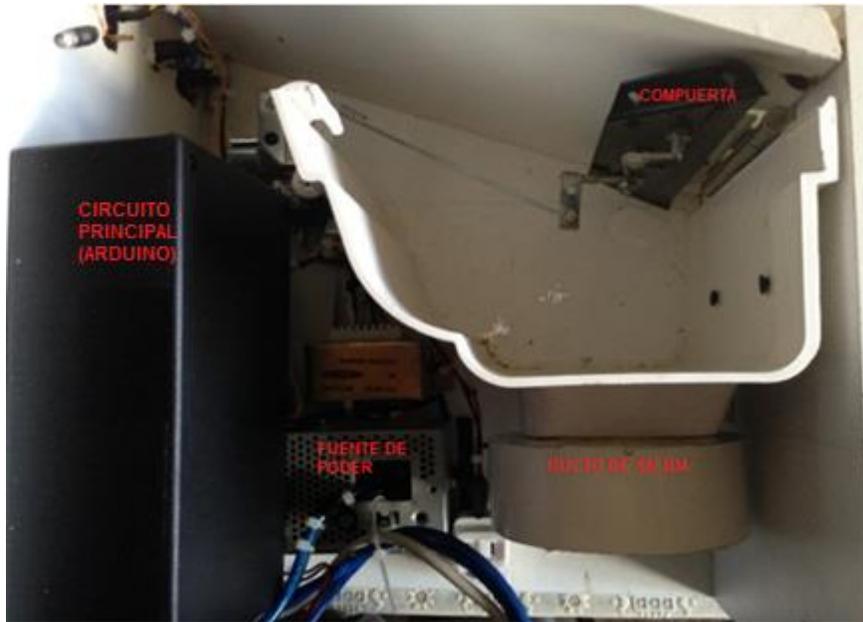
En su parte central, se encuentra la fuente de poder que provee de energía a la placa de acoplamiento y a su vez energiza al Arduino mega y al servomotor, el cual abre y cierra la compuerta de suministro y por acción de la gravedad permite que el alimento baje hasta la bandeja de entrega, que es monitoreada por la cámara IP ubicada en la parte externa superior.

En las figuras 43,44,45,46,47 Y 48 se puede observar la implementación de los elementos que controlan el sistema, hasta llegar al producto final.

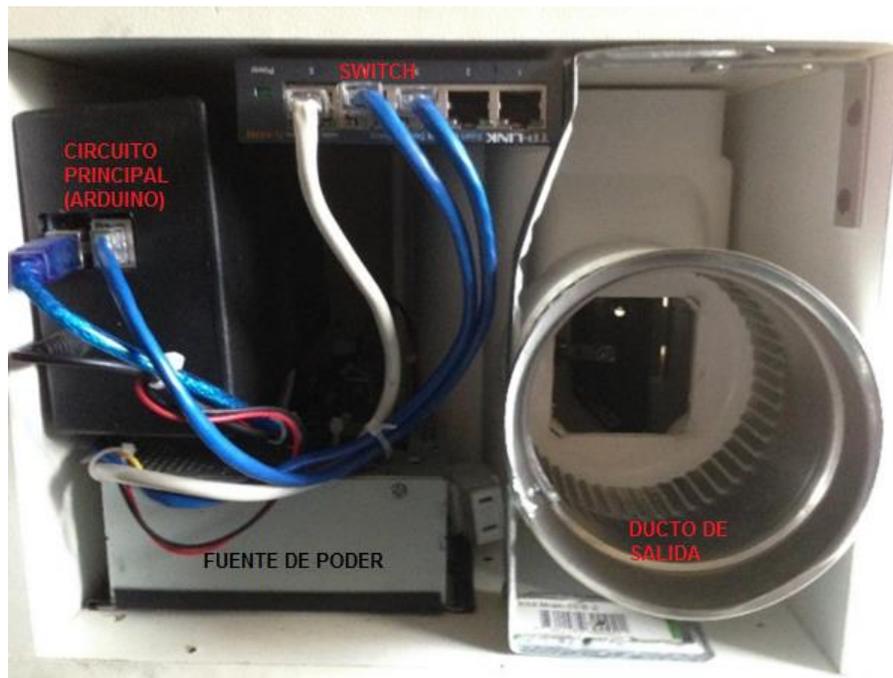


**Figura 43.** Montaje de sistema de compuerta

**Fuente:** (Autor)



**Figura 44.** Estructura interna del dispensador  
**Fuente:** (Autor)



**Figura 45.** Estructura interna del dispensador  
**Fuente:** (Autor)



**Figura 46.** Dispensador de alimento, vista frontal

**Fuente:** (Autor)



**Figura 47.** Dispensador de alimento, vista lateral

**Fuente:** (Autor)



**Figura 48.** Dispensador de alimento, vista panorámica

**Fuente:** (Autor)

**Tabla 5.** Características técnicas del dispensador construido.

<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROTOTIPO</b>	
Ancho	42cm
Alto	87cm
Espesor	48cm
Peso	17kg
Consumo	14.8 W
Voltaje de Trabajo	120V/60Hz
Tipo de alimento q dispensa	balanceado seco
Programación	física
Interfaz de red	10/100 Mbps Rj45 Puerto Ethernet
capacidad de almacenamiento	8kg

Fuente: (Autor)

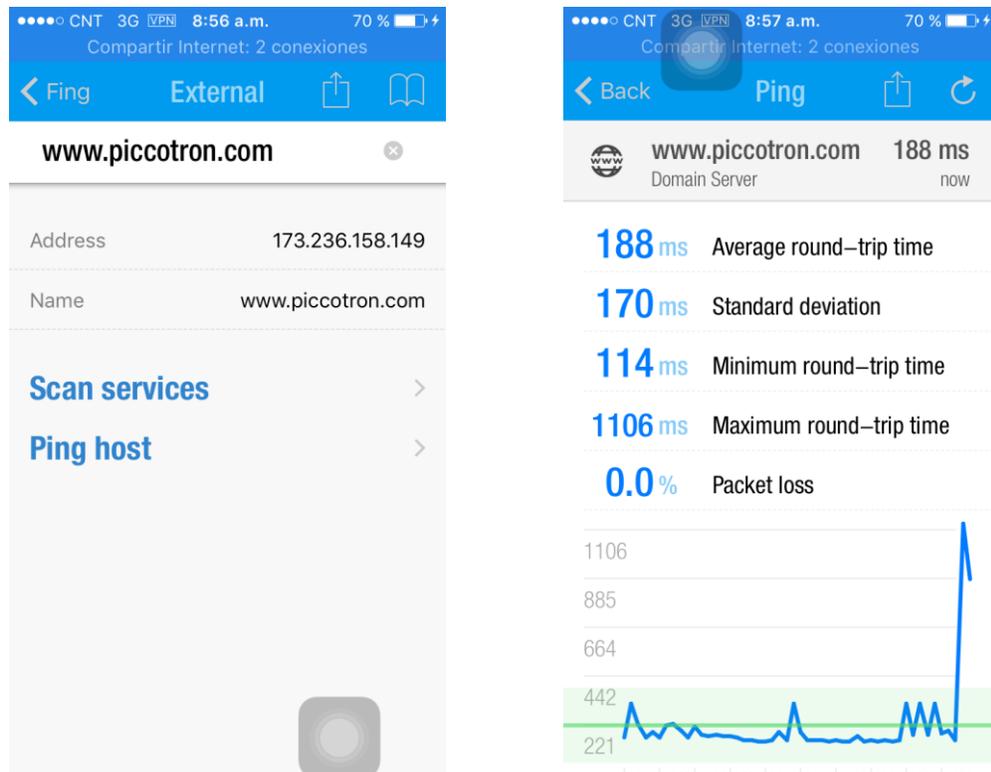
### 3.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

En la etapa de pruebas se realizan las siguientes pruebas:

#### 3.4.1 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Con la utilización de la aplicación para Android denominada “FING” (aplicación de redes de datos que escanea la red y muestra sus parámetros), se comprobó los tiempos de latencia entre el dispositivo móvil y el servidor que aloja la página del dispensador, con el manejo de tres diferentes tecnologías de transmisión, es así q se creó la tabla 6.

A continuación se aprecia las capturas de pantalla en la figuras 43, de la aplicación FING.



**Figura 49.** Pantallas de aplicación FING, mide tiempos de latencia.

**Fuente:** (Autor)

**Tabla 6.** Pruebas de latencia con “www.piccotron.com”

<b>Nº Prueba</b>	<b>WIFI(ms)</b>	<b>3G(ms)</b>	<b>LTE(ms)</b>
1	240	188	272
2	522	170	271
3	2054	114	107
4	567	1106	110
5	2106	2047	754
6	1195	1117	1024
7	585	472	724
8	818	742	2070
9	540	349	432
10	587	499	423
<b>Valor máximo(ms)</b>	<b>2054</b>	<b>2047</b>	<b>1024</b>
<b>Valor mínimo(ms)</b>	<b>240</b>	<b>114</b>	<b>110</b>
<b>Valor Promedio(ms)</b>	<b>921,4</b>	<b>684,4</b>	<b>618,7</b>

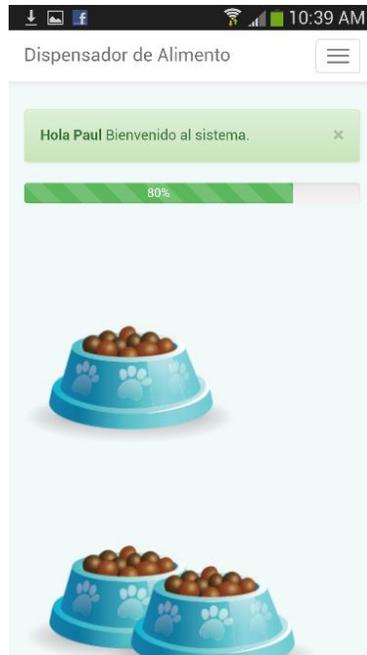
Fuente:(Autor)

\*ms = milisegundo

Al analizar las pruebas de latencia se aprecia que la tecnología de transmisión de datos más efectiva es LTE.

### **3.4.2 PRUEBAS DE REACCIÓN DEL DISPENSADOR**

Para realizar las pruebas de reacción del dispensador se ingresó al botón dispensar de la aplicación Android y se toma el tiempo con un cronometro. En las figuras 50 y 51 se muestra la ejecución de dispensación.



**Figura 50.** Pantalla con tamaños de porciones

**Fuente:** (Autor)



**Figura 51.** Pantalla muestra que se dispense el alimento

**Fuente:** (Autor)

Se midió los tiempos aproximados de reacción, desde que se envía el pedido de dispensación en la aplicación Android, hasta que inicia la dispensación, al usar diferentes tecnologías de transmisión, es así que se obtuvo la tabla 7.

**Tabla 7.** Pruebas de respuesta con la utilización de un cronometro

<b>Nº de Prueba</b>	<b>WIFI(seg)</b>	<b>3G(seg)</b>	<b>LTE(seg)</b>
1	4,45	10,72	4,23
2	3,77	4,32	2,78
3	4,12	3,62	3,56
4	7,23	5,34	3,78
5	4,74	7,53	3,53
6	3,34	3,24	4,72
7	2,56	3,29	7,27
8	3,02	4,18	5,32
9	3,98	9,62	4,23
10	5,62	10,28	7,29
<b>Valor máximo(seg)</b>	<b>7,23</b>	<b>10,72</b>	<b>7,29</b>
<b>Valor mínimo(seg)</b>	<b>2,56</b>	<b>3,24</b>	<b>2,78</b>
<b>Valor Promedio(seg)</b>	<b>4,28</b>	<b>6,21</b>	<b>4,67</b>

Fuente: (Autor)

### 3.4.3 PRUEBAS DE CANTIDAD DISPENSADA

Con el manejo de una balanza electrónica se comprobó las cantidades de dispensación para los tres tamaños de porciones, es así que se realizó la tabla 6.

**Tabla 8.** Pruebas de cantidad de alimento entregado

<b>PRUEBAS DE DISPENSACIÓN DE ALIMENTO CON CARGA COMPLETA</b>			
<b>N.</b>	<b>PORCIÓN 1 (KG)</b>	<b>PORCIÓN 2 (KG)</b>	<b>PORCIÓN 3 (KG)</b>
1	0,352	0,451	0,547
2	0,357	0,448	0,54
3	0,354	0,45	0,549
4	0,348	0,444	0,544
5	0,35	0,442	0,539
6	0,345	0,439	0,541
7	0,351	0,435	0,535
8	0,347	0,43	0,524
9	0,344	0,432	0,519
10	0,343	0,434	0,511
11	0,349	0,43	0,504
12	0,345	0,427	0,507
13	0,332	0,42	0,495
14	0,32	0,421	0,491
15	0,335	0,417	0,477
16	0,311	0,415	0,454
17	0,307	0,417	
18	0,309	0,414	
19	0,312	0,41	
20	0,307		
21	0,301		
22	0,302		
23	0,284		
24	0,277		
25			
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>0,328 KG</b>	<b>0,43 KG</b>	<b>0,551 KG</b>
<b>VALOR REFERENCIAL</b>	<b>0.315 KG</b>	<b>0.420 KG</b>	<b>0.510 KG</b>

Fuente: (Autor)

### 3.4.4 ERROR ABSOLUTO Y RELATIVO

Para sacar los valores de error absoluto y relativo se toma como valores referenciales los que proporciona Purina Dog Chow.

a) PORCIÓN 1

*Error absoluto = valor medido – valor referencial*

*Error absouto = 328 g – 315g = 13g*

*Error relativo =  $\frac{\text{Error absoluto}}{\text{valor referencial}}$*

*Error relativo =  $\frac{13g}{315g} \times 100$*

*Error relativo % = 4.1 % que equivalen a 12.9 g*



**Figura 52.** Grafica del error porcentual en la entrega de la porción 1

**Fuente:** (Autor)

b) PORCIÓN 2

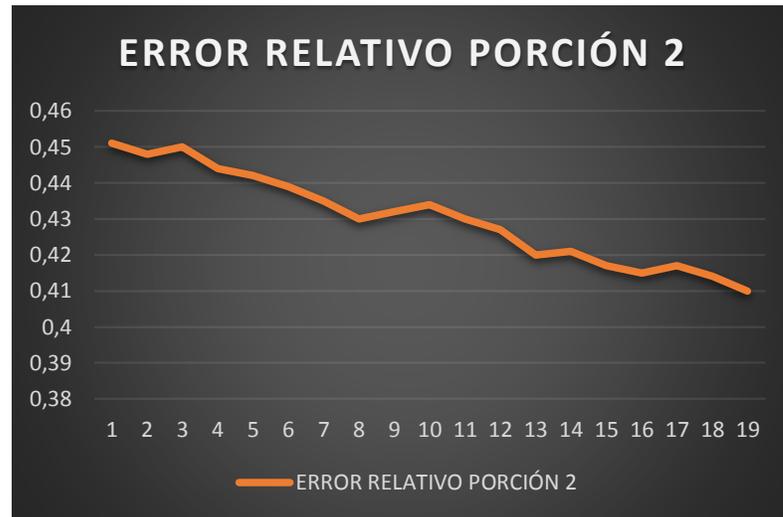
*Error absoluto = valor medido – valor referencial*

*Error absouto = 430 g – 420g = 10g*

$$\text{Error relativo} = \frac{\text{Error absoluto}}{\text{valor referencial}}$$

$$\text{Error relativo} = \frac{10g}{420g} \times 100$$

*Error relativo* % = 2.3% que equivalen a 9.66 g



**Figura 53.** Grafica del error porcentual en la entrega de la porción 2

**Fuente:** (Autor).

c) PORCIÓN 3

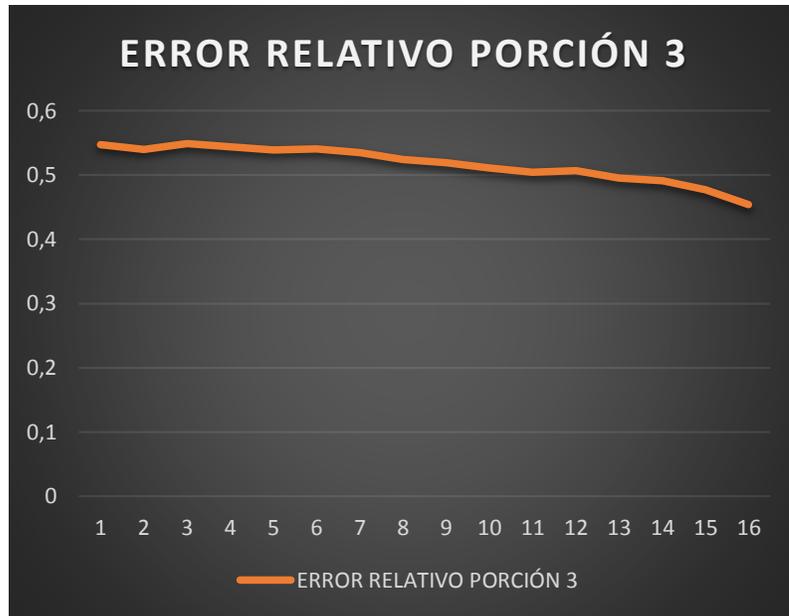
$$\text{Error absoluto} = \text{valor medido} - \text{valor referencial}$$

$$\text{Error absouto} = 551 g - 510g = 41g$$

$$\text{Error relativo} = \frac{\text{Error absoluto}}{\text{valor referencial}}$$

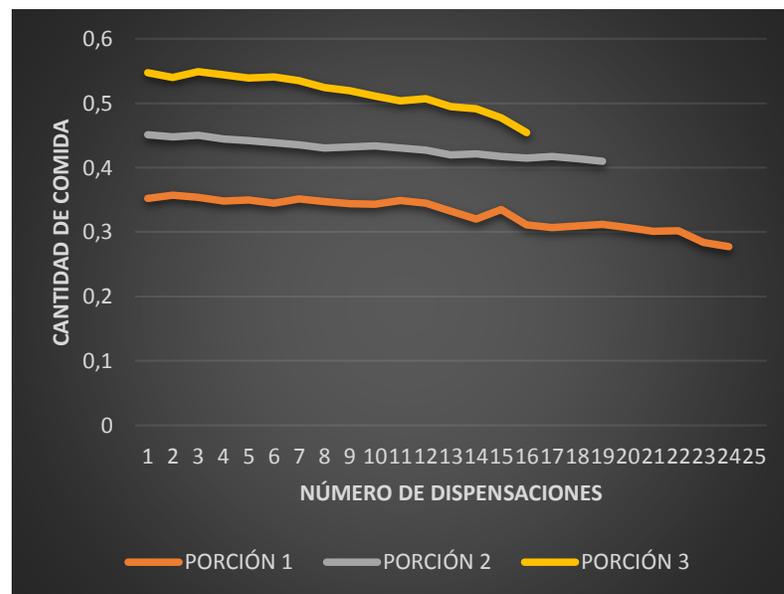
$$\text{Error relativo} = \frac{26g}{510g} \times 100$$

*Error relativo* % = 8.0 % que equivalen a 41g



**Figura 54.** Grafica del error porcentual en la entrega de la porción 3

**Fuente:** (Autor).



**Figura 55.** Intercalación de los errores porcentuales

**Fuente:** (Autor).

### 3.5 COSTOS DEL PROYECTO

El dispositivo en su parte externa, está compuesto de una estructura formada por paneles de MDF (Tablero de fibra de madera) y una base metálica hecha en tool, adicionalmente cuenta con más materiales y elementos que son descritos en la Tabla 7.

**Tabla 9.** Costos totales del dispensador

<b>ELEMENTOS Y MATERIALES UTILIZADOS</b>			
<b>ELEMENTOS ELECTRÓNICOS</b>	<b>USD\$</b>	<b>MATERIALES Y MANO DE OBRA</b>	<b>USD\$</b>
Cámara ip cloud Seetong	70	Tableros mdf	25
Arduino mega 2560	25	Tornillos	2
Shield ethernet	15	Ángulos	3
Servo motor 9kg/m2	30	Bisagras	3
Transformador 12V 3A	10	Base de ducto	4
Borneras	1,5	Ducto aluminio	3
Puente de diodos 2a	1,5	Compartimiento acrílico	50
Capacitores	2	Abrazaderas pared	2
Regulador 78t05	3	Amarras plástica	0,5
Pcb	10	Base metálica en tool	30
Disipador de calor	3	<b>SUBTOTAL 2</b>	<b>122,5</b>
Switch	0,6	<b>MANO DE OBRA</b>	
Porta fusible	0,6	Programación web (4h/hombre)	25
Cable, bananas	2,5	Programación arduino (4h/hombre)	25
Diodo Led	0,25	Programación android (4h/hombre)	25
Cable 110v	2	Soldadura(4h/hombre)	25
Cable de red cat 5e	0,8	Ensamblado(4h/hombre)	25
Conectores rj45	3		
Switch 5 puertos	15		
Buzzer 70 dB	0,25		
Resistencias ½ w	0,25		
Sensor hc-rs04	5		
<b>SUBTOTAL 1</b>	<b>201,3</b>	<b>SUBTOTAL 3</b>	<b>125</b>
<b>TOTAL COSTO DEL DISPENSADOR</b>			<b>448,8</b>

Fuente: (Autor)

El costo total del dispensador equivale a \$ 448,8 USD por equipo, si este dispositivo se pone en producción costaría \$ 550 USD, para poder competir con otros productos de características similares.

$$\text{Retabilidad Total (\%)} = \frac{\text{Valor final} - \text{Valor Inicial}}{\text{Valor Inicial}} \times 100$$

$$\text{Retabilidad Total (\%)} = \frac{550 - 448,8}{448,8} \times 100$$

$$\text{Retabilidad Total (\%)} = 22,54\% = 123,75 \text{ USD}$$

$$\text{Recuperación de capital inicial} = \frac{448,8 \text{ USD}}{123,75 \text{ USD}}$$

$$\text{Recuperación de capital inicial} = 3,7 \approx 4$$

La recuperación del capital inicial se daría si se vendieran 3.7 dispensadores, es decir que al vender 4 dispensadores se cubre el valor de la inversión inicial.

La disponibilidad de un equipo con estas características no existe en Ecuador, por lo que se tiene que importar algún tipo de dispensador con características básicas, como dispensar comida y sin monitoreo remoto, los mismos se los puede adquirir desde 50 USD a valores que superan los 500 USD más gastos de aduana.

Sin embargo las características del prototipo creado no solo es dispensar comida en diferentes porciones, sino también el monitoreo remoto de la cantidad de alimento en reserva y además el acceso a video para verificar si la mascota come o no, por lo tanto el proyecto tiene un valor agregado con respecto a posibles competidores, asimismo el prototipo es el inicio que podría servir para realizar futuros mejoras.

**Tabla 10.** Comparación del prototipo con dispensadores existentes

<b>COMPARACIÓN CON DISPENSADORES COMERCIALES</b>					
<b>DISPENSADORES</b>	<b>PROGRAMABLE</b>	<b>MONITOREO REMOTO</b>	<b>MANDO REMOTO</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>PRECIO EN DOLARES</b>
<b>PETCORP FOOD DISPENSER</b>	SI	NO	NO	2.5KG	79.99 en EEUU
<b>PERFECT PETFEEDER</b>	SI	NO	NO	5KG	499 en EEUU
<b>DOGSIMATIC</b>	SI	NO	NO	30KG	580 en España
<b>LE BISTRÓ PETMATE</b>	SI	NO	NO	2.5KG	41.3 en EEUU
<b>PROTOTIPO CONSTRUIDO</b>	NO	SI	SI	8KG	550 en ECUADOR

Fuente: (Autor)

## CONCLUSIONES

- Se diseñó un sistema que permite monitorear, controlar y suministrar una cantidad establecida de alimento balanceado para mascotas utilizando una aplicación que funciona en un sistema operativo android.
- Se implementó el prototipo utilizando un módulo Arduino que actúa como el elemento central, el mismo que da instrucciones a un servo motor y a un zumbador y a su vez recibe datos de un sensor ultrasónico, además se complementa con un módulo ethernet para establecer la comunicación con un servidor externo.
- Se creó un sistema mecánico con una compuerta acoplada a un brazo metálico, controlado por un servo motor y que por acción de la gravedad surte el alimento a una bandeja externa para su consumo.
- Se determinó que al utilizar una tecnología con alta transmisión de datos como lo es LTE, se reducen los tiempos de reacción desde el momento que se manda la petición, hasta el momento que lo ejecuta, basándose en las pruebas realizadas.

## RECOMENDACIONES

- El dispensador está diseñado para la alimentación de un perro de tamaño mediano ligero (9kg) a grande (40kg), de lo contrario no se recomienda su uso.
- La aplicación dispensador.apk deberá ser instalada en un dispositivo con sistema operativo android mediante el cable de datos del dispositivo móvil.
- Antes de la instalación de la aplicación dispensador.apk hay que instalar la aplicación seetong.apk para que pueda funcionar el acceso al video.
- El dispensador debe colocarse en un lugar libre de humedad y del sol para evitar que el alimento se dañe y además debe estar bajo resguardo de la lluvia, puesto que su estructura y sistema mecánico no está diseñado para la intemperie.
- Al utilizar la red celular es recomendable manejar una tecnología de alta transmisión de datos como es LTE para evitar tiempos de latencia prolongados, de esta manera obtener una calidad óptima en cuanto a video y a su vez mejorar el tiempo de reacción del dispositivo desde el momento que se lo manda a dispensar hasta el momento que ejecuta la orden.
- Antes de utilizar el dispensador hay que ambientar al perro con el dispositivo, haciendo que el zumbador suene y proporcione comida para que relacione el sonido con el alimento.
- Es aconsejable limpiar regularmente el compartimiento de la comida para evitar la reproducción de hongos y el mal olor.
- Utilizar Dog Chow adultos para razas medianas a grandes como el alimento principal, debido a que el sistema está configurado para dispensar las cantidades que esta marca recomienda.
- Al no poseer una batería de respaldo, se hace primordial el uso de un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), donde además de conectar el prototipo también se debería conectar el router.

## **BIBLIOGRAFÍA**

4gamericas.org. (2016). 4gamericas.org. Hspa y Hspa+.

Obtenido de <http://www.4gamericas.org/es/resources/technology-education/hspa-and-hspa/arduino.cc>. (2015).

Arduino mega 2560

Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>

areatecnologia. (2000). Servomotores

Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electricidad/servomotor.html>

behavioristaemacao. (08 de 2015). Ciencia del comportamineto,Pavlov

Obtenido de <http://behavioristaemacao.com/2013/01/a-extincao.html>.

Bernal, I. (2005). Comunicaciones inalámbricas, EPN.

Calvopiña, I. W. (s.f.). radioepoch.galeon.com. Telefonía Celular 2G

Obtenido de <http://radioepoch.galeon.com/MATERIA/generacion2.pdf>

ccm. (2014). es.ccm.net. Telefonía Móvil

Obtenido de <http://es.ccm.net/contents/682-telefonía-movil>

Corrales, S. (2007). El microcontrolador.

Creus, A. (2008). Electrónica y Automática Industriales.

dalcame. (s.f.). [www.dalcame.com](http://www.dalcame.com). Proyecto Telemedicina por telefonía celular

Obtenido de [www.dalcame.com/wdescarga/proveedor.pdf](http://www.dalcame.com/wdescarga/proveedor.pdf)

descom.jmc.utfsm.cl. (07 de 2015). Introducción al control automático de procesos.

Obtenido de descom.jmc.utfsm.cl: <http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub-paginas/Piping/control%20de%20procesos.htm>

DiegoPerez. (2007). alcabot. Sensores de distancia por ultrasonidos

Obtenido:<http://www.alcabot.com/alcabot/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>

eosiberica, g. (s.f.). [www.eosiberica.es](http://www.eosiberica.es). Sistemas Operativos.

Obtenido de <http://www.eosiberica.es/content/79-sistemas-operativos>

esepestudio.com. (2011). [esepestudio.com](http://esepestudio.com). Que es Mysql.

Obtenido de <http://www.esepestudio.com/noticias/que-es-mysql>

etshop.cl. (s.f.). Dispensadores de comida Petshop

Obtenido de <http://www.petshop.cl/>

exa.unicen.edu.ar. (2011).

Obtenido: <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/co/material/Ethernet2010.pdf>

Gómez., O. R. (2009). Telefonía móvil celular: origen, evolución, perspectivas.

gandia.nueva-acropolis. (s.f.). El perro de Pavlov.

Obtenido de <http://gandia.nueva-acropolis.com/el-perro-de-pavlov>

García, G. J. (Diciembre de 2013). Estudio para la estimulación de la población de perros callejeros en mercados municipales del distrito metropolitano de quito. Quito.

H.Rashid, M. (2007). Electrónica de Potencia. Prentice hall.

hobbytronics.co.uk. (s.f.). Servos

Obtenido de <http://www.hobbytronics.co.uk/>

ingetelecom. (s.f.). ingetelecom. Transmisión de datos

Obtenido de <https://ingetelecom./2007/08/aplicaciones-presentaciones.docx>

invea. (s.f.). invea.com. Generaciones móviles

Obtenidode<https://invea.com/2011/09/25/comunicaciones-moviles-generaciones>

investigaciondsss. (2012). Espectro ensanchado por secuencia directa.

Obtenido de <http://investigaciondsss.com/sssh>

Jose Manuel Huidobro, T. P. (2009). Sistemas de Telemáticos, Sistemas de telecomunicaciones e Informáticos.

laboratoriodeinterfaseselectronicas. (2013). Sensor ultrasónico

Obtenido de <https://laboratoriodeinterfaseselectronicas.files/.../sensores>

lacanina. (s.f.). lacanina.weebly.com. Ivan Pavlov

Obtenido de <http://lacanina.weebly.com/ivan-pavlov.html>

madrid.org. (2004). www.madrid.org. Pagina Web

Obtenido de: [www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/.../F49\\_7.9\\_WEB.pdf](http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/.../F49_7.9_WEB.pdf)

mastermagazine.info. (2010). Ethernet

Obtenido de <http://www.mastermagazine.info/termino/4930.php>

mundomanuales. (s.f.). mundomanuales. Como alimentar a un perro

Obtenido de <http://www.mundomanuales.com/hogar/mascotas/como-alimentar-a-un-perro-2085.htm>

nichese. (2010). motores.nichese. Motor eléctrico brushless

Obtenido de <http://motores.nichese.com/brushless.htm>

Olivares, W. (2014). 4G. Santiago.

perfectpetfeeder.com. (s.f.). Alimentadores Perfectpetfeeder

Obtenido de <http://www.perfectpetfeeder.com/>

perros.comederos-automaticos.com. (s.f.).

Obtenido de <http://perros.comederos-automaticos.com/>

perrosmania. (2015). Alimentación del perro.

Obtenido de <http://alimentacion.perrosmania.com/>.

pranainc.com.ec. (2015). Cámaras IP

Obtenido de [http://www.pranainc.com.ec/index\\_camaras\\_ip.html](http://www.pranainc.com.ec/index_camaras_ip.html)

profesores.elo.utfsm.cl. (2015). Telefonía 4G

Obtenido de: <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s10/project/reports/telefonía4g.pdf>

Salas, J. (s.f.). <http://todoelectrodo.com>. Servomotor

Obtenido de <http://todoelectrodo.com/2013/02/servomotor.html>

Sergio Dominguez, P. C. (2011). Control en el espacio de estado. Prentice hall.

Smith, C. A. (1991). Control Automático de Procesos Teoría y práctica. México: Limusa.

somosmuyperros. (07 de 2015). La alimentación

Obtenido de somosmuyperros: [http://somosmuyperros.com/sobre-tu-](http://somosmuyperros.com/sobre-tu-srperro)

srperro. (01 de 07 de 2015). Alimentación del perro

Obtenido de <http://www.srperro.com/>.

standards.ieee.org. (s.f.). standards.ieee.org. 802.11

Obtenido de <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html>

tuappinventorandroid. (s.f.). Appinventor

Obtenido de <http://www.tuappinventorandroid.com/aprender/>

uclm.es. (2007). info-ab.uclm.es. Servomotor

Obtenido:<http://www.infoab.uclm.es/labelec/solar/electronica/elementos/servomotor.htm>

uprh.edu. (2007). Fundamentos de control

Obtenido:[www.uprh.edu/.../Para%20IMPORTAR/CAP%2014%20Fundamentos%20...](http://www.uprh.edu/.../Para%20IMPORTAR/CAP%2014%20Fundamentos%20...)

uruguayeduca.edu. (s.f.). leee 802.3

Obtenidode<http://www.uruguayeduca.edu.uy/Userfiles/P0001%5CFile%5CIEEE802.3.pdf>

William Stallings, P. H. (2010). Comunicaciones y redes de computadores. séptima.

www.ie.itcr.ac.cr. (2015). Ethernet

Obtenidode[http://www.ie.itcr.ac.cr/acotoc/CISCO/R&S%20CCNA1/R&S\\_CCNA1\\_ITN\\_Chapter5\\_Ethernet.pdf](http://www.ie.itcr.ac.cr/acotoc/CISCO/R&S%20CCNA1/R&S_CCNA1_ITN_Chapter5_Ethernet.pdf)

www.petcorp.cl. (s.f.). Dispensador Petcorp

Obtenido de <http://www.petcorp.cl/>

# ANEXOS

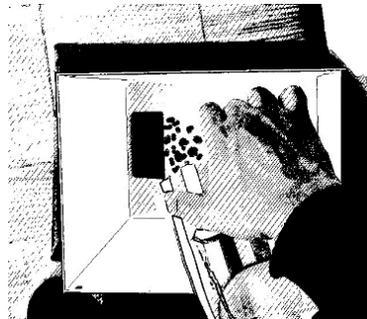
## ANEXO 1

### ➤ MANUAL DE USUARIO

#### ▪ Llenado del compartimiento de comida

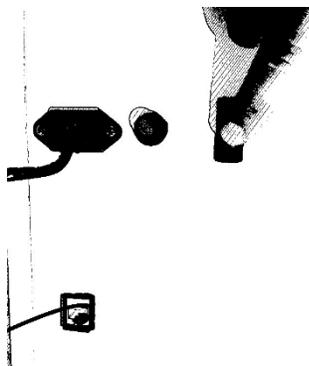
Se debe abrir la tapa superior y llenar con alimento balanceado para perro el compartimiento plástico hasta llegar al borde superior aproximadamente 8kg.

Nota: Se debería lavar periódicamente el compartimiento plástico después de vaciar este para evitar la proliferación de hongos.



#### • Encendido y Apagado del Equipo

- Conectar el cable de energía a la toma de 120v.
- Presionar el botón rojo de encendido a la posición ON y se deberá encender el led indicador de color azul ubicado en la parte frontal del dispositivo.
- Para apagar se pulsar el botón a la posición OFF.



- **Utilización de la aplicación en Android**

Se debe instalar la aplicación transfiriendo el archivo **Dispensador.apk** a cualquier dispositivo con sistema operativo android e instalarla.

Se debe instalar la aplicación Seetong.apk descargándola de GOOGLE PLAY.



- Una vez instalada la aplicación acceder a la misma con un toque y deberá abrirse.



- Ingresar a Dispensar y se abrirá la pantalla de ingreso donde se ingresa el correo electrónico: test@test.test y la contraseña: test.



- En la página principal se puede observar la barra de cantidad del alimento y también las tres porciones de comida que se pueden dispensar:
  - a. un plato equivale a 315 g aproximadamente.
  - b. dos platos equivale a 420 g aproximadamente.
  - c. Tres platos equivale a 510 g aproximadamente.

- Para salir pulsar el botón “Atrás”
- Ingresar en “Monitorear video” y se abrirá el video en vivo.



- Pulsar “Salir” para abandonar el sistema.

## ANEXO 2

### MANUAL DE FALLOS

FALLOS	CAUSAS	SOLUCIONES
No enciende el equipo	Cable de poder desconectado	verificar que estece bien conectado el dispositivo
	fusible abierto	verificar que el fusible estece en buen estado e insertado
No dispensa alimento	latencia de la red o cable de red desconectado	verificar que exista la orden en el servidor, ingresando a la siguiente dirección: <a href="http://piccotron.com/dispensador/datos">http://piccotron.com/dispensador/datos</a> , si esta todo en 0, significa que el dato no se ingresó y que hay que reenviarlo. Verificar que todos los cables de red y switch estén conectados y encendido respectivamente.
No funciona la compuerta de suministración de alimento	Desconexión de fuente de energía	Verificar que estece conectada la energía al Arduino.
El equipo empieza a dispensar seguidamente	Se envió dos veces a dispensar	Volver a reenviar el dato y verificar en <a href="http://piccotron.com/dispensador/datos">http://piccotron.com/dispensador/datos</a> se encuentre todo en 0. Para empezar a dispensar.
No hay señal de video	Alimentación de cámara desconectada o switch desconectado	Verificar las conexiones de red y energía de la cámara.

## ANEXO 3

### ➤ PROGRAMA ARDUINO

```
#include <SPI.h>

#include <Ethernet.h>

#include <Servo.h>

Servo servo1;

String stsrv;//estado del sistema

int dist=0;//distancia

String stringOne;

int tempo=0;

int ledPin = 13;

String si1;//estado de los botones

String si2;

String si3;

int so1=0;//estado para actualizar las bds

int so2=0;

int so3=0;

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };

char server[] = "www.piccotron.com";

IPAddress ip(192,168,0,7);

EthernetClient client;

#define SR04TrigPin 3

#define SR04EchoPin 2
```

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(SR04TrigPin, OUTPUT);
  pinMode(SR04EchoPin, INPUT);
  pinMode(31, OUTPUT); //BUZZER
  servo1.attach(6); //servo
  servo1.write(180); //cerrado
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  digitalWrite(31, LOW);
  while (!Serial) {
  }
  leer();
}

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  if (client.available()) {
    char c = client.read();
    stringOne=stringOne+c;
  }
  if (!client.connected()) {
    Serial.println();
    Serial.println("disconnecting.");
    client.stop();
  }
}

```

```

Serial.print(stringOne);

procesar();

ejecutar();

stringOne="";

////////////////////

enviar(); //habilitar

delay(1000);

client.stop();

delay(10000);

////////////////////

leer();

}

}

void ejecutar(){

Serial.println("ejecutando");

if(si1=="1"){

Serial.println("cantidad 1");

buzzer();

servo1.write(90); //abrir

delay(1000); //durante 1 seg

servo1.write(170); //cerrar

}

if(si2=="1"){

Serial.println("cantidad 2");

```

```

    buzzer();

    servo1.write(90); //abrir

    delay(2000);    //durante 1 seg

    servo1.write(170); //cerrar
}

if(si3=="1"){

    Serial.println("cantidad 3");

    buzzer();

    servo1.write(90); //abrir

    delay(3000);    //durante 1 seg

    servo1.write(170); //cerrar

}

}

void buzzer(){

for(int x=1;x<30;x++){

    digitalWrite(31, HIGH);

    delay(90);

    digitalWrite(31, LOW);

    delay(90);

    digitalWrite(31, HIGH);

    delay(90);

    digitalWrite(31, LOW);

    delay(250);

}

```

```

}

int measureDistance()
{
    digitalWrite(SR04TrigPin, HIGH);

    delayMicroseconds(10);

    digitalWrite(SR04TrigPin, LOW);

    int distance_cm = pingTime / 2 / 29;

    return distance_cm;
}

void procesar(){

Serial.print("tamano:");

Serial.println(stringOne.length());

Serial.print("inicio:");

Serial.println(stringOne);

Serial.print("fin:");

Serial.print("verificar si aparece los datos ==>"+stringOne.substring(173,178));

Serial.print(" ");

Serial.print(" ");

if(stringOne.length()<179){//validacion para correcta recepcion de datos

strsv=stringOne.substring(173, 178);

Serial.print("strsv:");

Serial.println(strsv);

si1=strsv.substring(0, 1);

Serial.print("si1:");

```

```

Serial.println(si1);

si2=stsvr.substring(2, 3);

Serial.print("si2:");

Serial.println(si2);

si3=stsvr.substring(4, 5);

Serial.print("si3:");

Serial.println(si3);

delay(1000);

}

void leer(){

  if (Ethernet.begin(mac) == 0) {

    Serial.println("Failed to configure Ethernet using DHCP");

    Ethernet.begin(mac, ip);

  }

  delay(1000);

  Serial.println("connecting...");

  if (client.connect(server, 80)) {

    Serial.println("connected");

    client.print("GET /dispensador/datos/");

    client.println(" HTTP/1.1");

    client.println("Host: www.piccotron.com");

```

```

    client.println("Connection: close");

    client.println();
}
else {
    Serial.println("connection failed");
}
}

void enviar(){
int distance_cm = measureDistance();

dist=distance_cm;

if(dist>25){
dist=25;}

dist=25-dist;

dist=dist*4;

dist=dist+1;

Serial.print("dist:");

Serial.print(dist);

if (Ethernet.begin(mac) == 0) {
    Serial.println("Failed to configure Ethernet using DHCP");
    Ethernet.begin(mac, ip);
}

delay(1000);

Serial.println("connecting...");

if (client.connect(server, 80)) {

```

```
Serial.println("connected");

client.print("GET /dispensador/php/enviar.php?A=");

client.print(so1);

client.print("&B=");

client.print(so2);

client.print("&C=");

client.print(so3);

client.print("&X=");

client.print(dist);

client.println(" HTTP/1.1");

client.println("Host: www.piccotron.com");

client.println("Connection: close");

client.println();

}

else {

    Serial.println("connection failed");

}

}
```

## ANEXO 4

### ➤ PROGRAMA DE LA PAGINA WEB

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
    <title>Dispensador de alimento</title>
    <!-- Tell the browser to be responsive to screen width -->
    <meta content="width=device-width, initial-scale=1, maximum-scale=1, user-scalable=no" name="viewport">
    <!-- Bootstrap 3.3.5 -->

    <!-- Font Awesome -->
    <link rel="stylesheet" href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/font-awesome/4.4.0/css/font-awesome.min.css">
    <!-- Ionicons -->

    <!-- Theme style -->
    <link rel="stylesheet" href="./dist/css/AdminLTE.min.css">
    <!-- AdminLTE Skins. Choose a skin from the css/skins
         folder instead of downloading all of them to reduce the load. -->
    <link rel="stylesheet" href="./dist/css/skins/_all-skins.min.css">
    <!-- jQuery 2.1.4 -->
    <script src="./plugins/jquery/jquery-1.11.3-jquery.min.js"></script>
    <!-- Bootstrap 3.3.5 -->
    <!-- FastClick -->
    <script src="./plugins/fastclick/fastclick.min.js"></script>
    <!-- AdminLTE App -->
    <script src="./dist/js/app.min.js"></script>

    <link rel="apple-touch-icon" sizes="57x57" href="/apple-icon-57x57.png">
    <link rel="apple-touch-icon" sizes="60x60" href="/apple-icon-60x60.png">
    <link rel="apple-touch-icon" sizes="72x72" href="/apple-icon-72x72.png">
    <link rel="apple-touch-icon" sizes="57x57" href="/apple-icon-57x57.png">
    <link rel="apple-touch-icon" sizes="60x60" href="/apple-icon-60x60.png">
    <link rel="apple-touch-icon" sizes="72x72" href="/apple-icon-72x72.png">
    <link rel="apple-touch-icon" sizes="76x76" href="/apple-icon-76x76.png">
    <link rel="apple-touch-icon" sizes="114x114" href="/apple-icon-114x114.png">
    <link rel="apple-touch-icon" sizes="120x120" href="/apple-icon-120x120.png">
    <link rel="apple-touch-icon" sizes="144x144" href="/apple-icon-144x144.png">
    <link rel="apple-touch-icon" sizes="152x152" href="/apple-icon-152x152.png">
    <link rel="apple-touch-icon" sizes="180x180" href="/apple-icon-180x180.png">
    <link rel="icon" type="image/png" sizes="192x192" href="/android-icon-192x192.png">
    <link rel="icon" type="image/png" sizes="32x32" href="/favicon-32x32.png">
    <link rel="icon" type="image/png" sizes="96x96" href="/favicon-96x96.png">
    <link rel="icon" type="image/png" sizes="16x16" href="/favicon-16x16.png">
    <link rel="manifest" href="/manifest.json">
    <meta name="msapplication-TileColor" content="#ffffff">
    <meta name="msapplication-TileImage" content="/ms-icon-144x144.png">
    <meta name="theme-color" content="#ffffff">
    <link href="style.css" rel="stylesheet" media="screen">
    <link href="bootstrap/css/bootstrap-theme.min.css" rel="stylesheet" media="screen">
    <link href="bootstrap/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet" media="screen">
    <script type="text/javascript" src="./plugins/jquery/validation.min.js"></script>
    <script type="text/javascript" src="./plugins/jquery/script.js"></script>

    <!-- HTML5 Shim and Respond.js IE8 support of HTML5 elements and media queries -->
    <!-- WARNING: Respond.js doesn't work if you view the page via file:// -->
    <!--[if lt IE 9]>
      <script src="https://oss.maxcdn.com/html5shiv/3.7.3/html5shiv.min.js"></script>
      <script src="https://oss.maxcdn.com/respond/1.4.2/respond.min.js"></script>
    <![endif]-->
    <style>
      .error {color: #FF0000;}
    </style>
  </head>
  <body class="hold-transition skin-blue sidebar-mini">
```

```

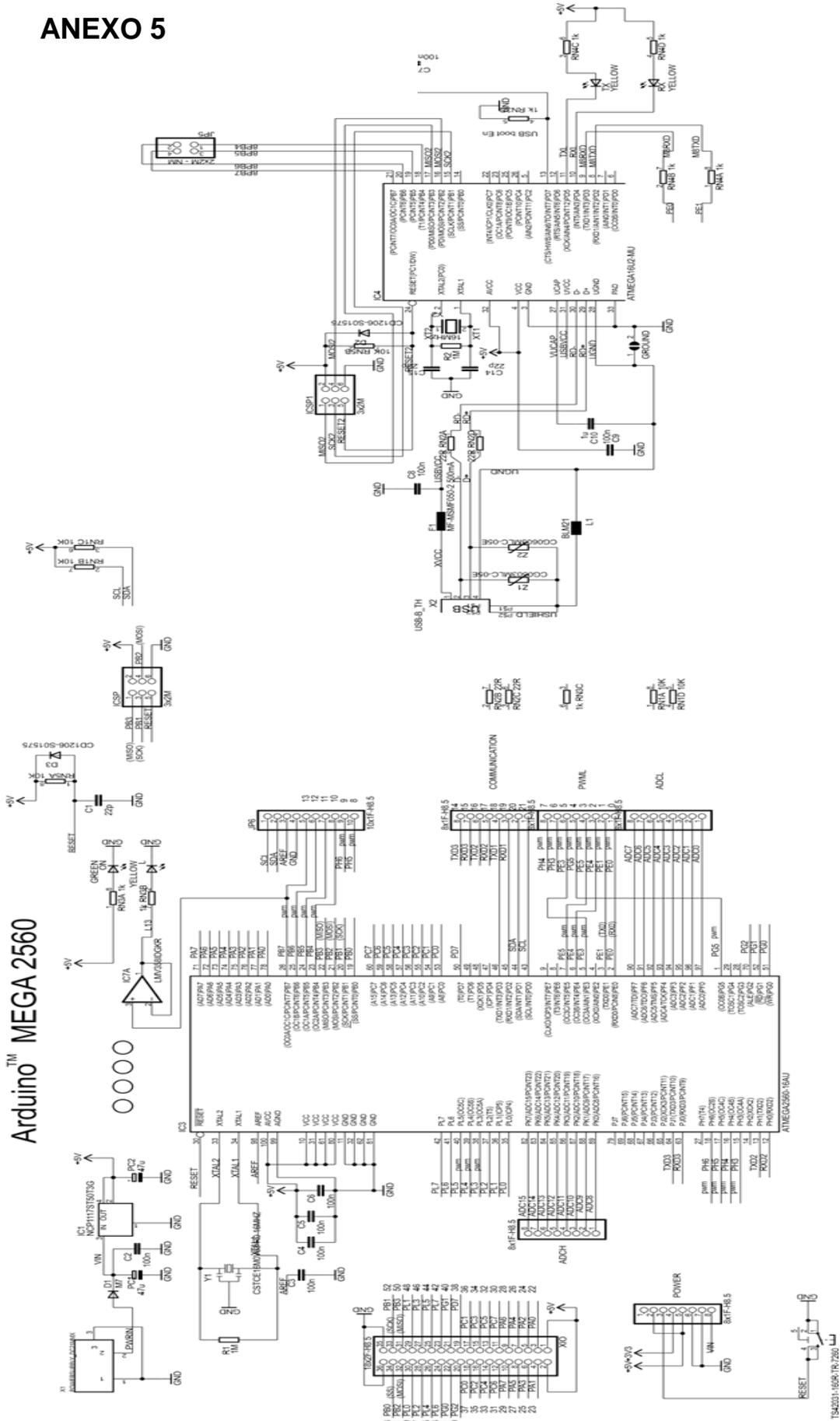
<div class="modal fade" id="tres-porciones" role="dialog">
  <div class="modal-dialog">
    <div class="modal-content">
      <div class="modal-header">
        <button type="button" class="close" data-dismiss="modal">&times;</button>
        <h2>Comida Dispensada</h2>
      </div>
      <div class="modal-body">
        <p>This is a small modal.</p>
      </div>
      <div class="modal-footer">
        <button type="button" class="btn btn-default" data-dismiss="modal">Close</button>
      </div>
    </div>
  </div>
</div>

<script src="bootstrap/js/bootstrap.min.js"></script>
<script src="js/main.js"></script>
<script type="text/javascript">
  $(document).ready(function() {
    var refreshId = setInterval(function() {
      $("#cambio").load("progress.php")
        .error(function() { alert("Error"); });
    }, 10000);
    $.ajaxSetup({ cache: false });
  });
</script>
</body>
</html>

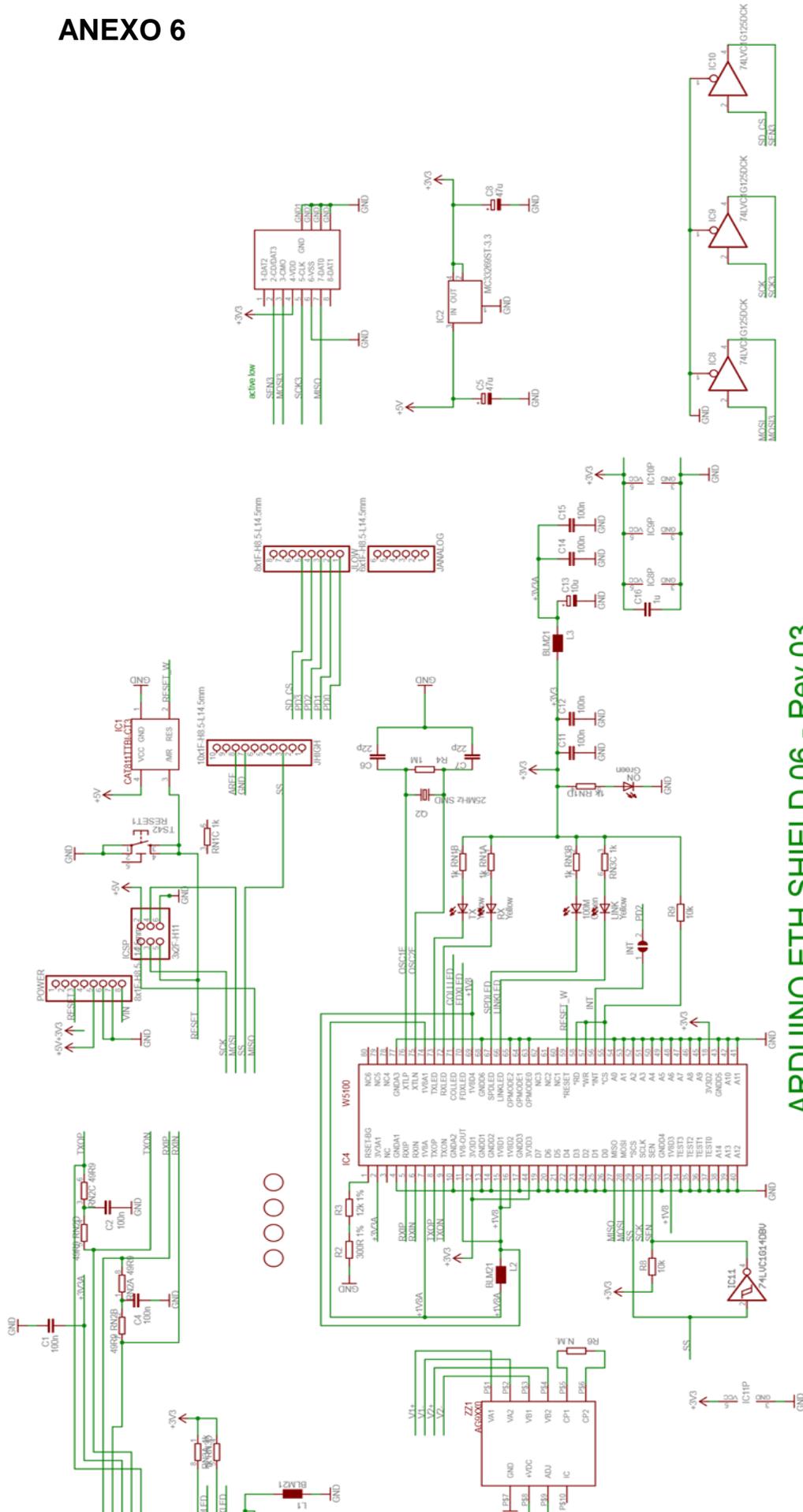
```

# ANEXO 5

## Arduino™ MEGA 2560



# ANEXO 6



ARDUINO ETH SHIELD 06 - Rev 03

## ANEXO 7

### TowerPro MG996R - Standard Servo

#### Basic Information

Modulation:	Analog
Torque:	<b>4.8V:</b> 130.5 oz-in (9.40 kg-cm) <b>6.0V:</b> 152.8 oz-in (11.00 kg-cm)
Speed:	<b>4.8V:</b> 0.17 sec/60° <b>6.0V:</b> 0.14 sec/60°
Weight:	1.94 oz (55.0 g)
Dimensions:	Length: 1.60 in (40.6 mm) Width: 0.78 in (19.8 mm) Height: 1.69 in (42.9 mm)
Motor Type:	? (add)
Gear Type:	Metal
Rotation/Support:	Dual Bearings

#### Additional Specifications

Rotational Range:	? (add)
Pulse Cycle:	? (add)
Pulse Width:	? (add)
Connector Type:	? (add)



Brand:	<a href="#">Tower pro</a>
Product Number:	? (add)
Suggested Retail:	? (add)
Street Price:	11.95 USD
Compare:	<a href="#">add</a>

#### User Reviews

Number of Reviews:	3
Average Rating:	3.0 / 5.0

## ANEXO 8

### HC-SR04 Sensor de distancia ultrasónico



### Características del HC-SR04 Sensor de distancia ultrasónico:

- Alimentación de 5 volts
- Interfaz sencilla: Solamente 4 hilos Vcc, Trigger, Echo, GND
- Rango de medición: 2 cm a 400 cm
- Corriente de alimentación: 15 mA
- Frecuencia del pulso: 40 KHz
- Apertura del pulso ultrasónico: 15°
- Señal de disparo: 10µs
- Dimensiones del módulo: 45x20x15 mm.

## ANEXO 9

### SEETONG IP CLOUD CAMERA



#### Características:

- **Compresión de vídeo** H.264
- **Compatible con** Internet Explorer, Chrome, Firefox, Safari, Opera, etc.
- **Tecnología P2P**, peer to peer
- **Dispositivos móviles** Android / iOS, monitorización en tiempo real (25 fps transmisión de imagen, 720P HD)
- **2 LEDS infrarojos**, visión nocturna a una distancia de 10 metros, monitorización de 24 horas día y noche. IT-CUT switch.
  
- Ethernet 10/100 Mbps Interfaz RJ45
- Protocolos, TCP/IP、UDP/IP
- Dirección IP: IP estática y dinámica
- Potencia: 1DC 5V / 2.0A, consumo <7W
- Interfaz de red: 10/100 RJ45
- Temperatura de funcionamiento: 0° - 55°
- Humedad de funcionamiento 10% - 80% (sin condensación)
- Temperatura de almacenamiento -10° - 60°
- Humedad de almacenamiento: 0% - 90% (sin condensación)
- Dimensiones: 114 x 118 x 130 mm
- Peso: 340g
- Certificado: RoHS, CE, FCC

## ANEXO 10

### SWITCH PARA SOBREMESA CON 5 PUERTOS A 10/100/1000 MBPS

#### TP-LINK TL-SG105.



- 5 puertos RJ45 10/100/1000Mbps con detección automática de velocidad, soporte para MDI/MDIX automático
- El control de flujo IEEE 802.3x proporciona una transferencia de datos fiable
- Carcasa de metal, diseñado para ser usado como equipo de sobremesa o montarlo en la pared
- Soporte de QoS (IEEE 802.1p) y funcionalidad Snooping IGMP
- Plug and Play, sin ninguna configuración adicional