



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO  
ESCOM**

*Trabajo terminal*

**“Dispensador de alimento para perros dosificable a través de dispositivos móviles Android”**

**15-2-005**

*Presentan*

**Martínez Carrasco César Elihú**

*Directores*

**M. en C. Enríquez Zarate José Asunción**



*Junio 2015*



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO  
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA**



*No. de TT: 15-2-0005*

*Serie amarillo*

*7 de Julio de 2015*

*Documento técnico*

**“Dispensador de alimento para perros dosificable a través de dispositivos móviles Android”**

*Presentan*

**César Elihú Martínez Carrasco<sup>1</sup>**

*Director*

**M. en C. José Asunción Enríquez Zarate**

*RESUMEN*

En el presente Trabajo Terminal Remedial se pretende crear un dosificador de alimento para perros el cual sea manejable desde un dispositivo móvil que cuente con un Sistema Operativo Android, con el objetivo de proveer la cantidad de alimento necesario para el can a fin de asegurar el suministro y ayudando al cuidado de la mascota.

**Palabras clave:** Aplicación distribuida, Circuitos electrónicos, Dispositivos móviles.

<sup>1</sup>**Email:** elihu66@gmail.com



**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO  
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA  
DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN INTEGRAL E  
INSTITUCIONAL**



**COMISIÓN ACADÉMICA DE TRABAJOS TERMINALES**


México, D.F. a 7 de Julio de 2015

**DR. FLAVIO ARTURO SÁNCHEZ GARFIAS  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA  
DE TRABAJO TERMINAL  
P R E S E N T E**

Por medio del presente, informamos que el alumno que integra el **TRABAJO TERMINAL 15-2-005** titulado "Dispensador de alimento para perros dosificable a través de dispositivos móviles Android" concluyó satisfactoriamente su trabajo.

Los discos (DVDs) fueron revisados ampliamente por su servidor y corregido, cubriendo el alcance y el objetivo planteados en el protocolo original y de acuerdo a los requisitos establecidos por la Comisión que usted preside.

**ATENTAMENTE**

  
M. en C. José Asunción Enríquez Zarate

## Advertencia

*“Este documento contiene información desarrollada por la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, a partir de los datos y documentos con derecho de propiedad y por tanto, su uso quedará restringido a las aplicaciones que explícitamente se convengan.”*

La aplicación no convencida exime a la escuela su responsabilidad técnica y da lugar a las consecuencias legales para tal efecto se determinen.

Información adicional sobre este reporte técnico podrá obtenerse en:

La Subdirección Académica de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, situada en Av. Juan de Dios Bátiz s/n  
Teléfono: 57296000 Extensión 52000.

# ÍNDICE

---

ÍNDICE.....	i
FIGURAS.....	iv
TABLAS.....	vi
CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Población de Animales en México .....	1
1.2 Problemática .....	2
1.3 Estado del Arte.....	3
1.4 Solución Propuesta .....	6
1.5 Justificación .....	7
1.6 Objetivos.....	8
1.6.1 Objetivo General.....	8
1.6.2 Objetivos Específicos .....	8
CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Cuidado de los canes.....	9
2.1.1 Cantidad de comida recomendada.....	9
2.2 Sensores .....	10
2.2.1 Clasificación.....	10
2.3 Sensor de presión.....	12
2.4 Sensor de presión con material piezoeléctrico.....	13
2.5 Celda de carga.....	14
2.5.1 Funcionamiento .....	14
2.5.2 Tipos de celda de carga .....	15
2.6 Sensor Ultrasónico.....	16
2.7 Acondicionamiento de Sensores .....	17
2.7.1 Divisor de tensión mediante resistencias.....	17
2.7.2 Puente de wheatstone.....	18
2.8 Motores .....	19
2.8.1 Servo motor .....	19
2.8.2 Motor a pasos .....	20

2.9	Tarjeta de Adquisición de Datos.....	21
2.10	Servicios Web .....	23
2.10.1	Servicios web basados en SOAP .....	24
2.10.2	Servicios web basados en REST .....	24
2.11	Preferencias en Android .....	26
CAPÍTULO III – ANÁLISIS .....		27
3.1	Metodología .....	27
3.2	Reglas de Negocio .....	28
3.3	Requerimientos .....	28
3.3.1	Requerimientos Básicos (RB) .....	28
3.3.2	Requerimientos Funcionales (RF).....	28
3.3.3	Requerimientos No Funcionales (RNF) .....	29
3.4	Especificación .....	30
3.4.1	Tarjeta de Adquisición de Datos .....	30
3.4.2	Aplicación Móvil.....	31
CAPÍTULO IV – DISEÑO.....		32
4.1	Casos de Uso.....	32
4.1.1	CU No. 1 “Registro de Usuario” .....	32
4.1.2	CU No. 2 “Modificación de información del registro” .....	34
4.1.3	CU No. 3 “Visualizar Gráfica” .....	35
4.2	Pantallas de la Aplicación.....	37
4.2.1	Configuración Inicial .....	37
4.2.2	Niveles de Comida .....	38
4.3	Diagramas de Secuencia .....	39
4.4	Diagrama de Clases .....	43
4.5	Diagramas de máquina de estados .....	43
CAPÍTULO V – IMPLEMENTACIÓN .....		44
5.1	Dispensador Automático.....	44
5.1.1	Servomotor .....	46
5.1.2	Celda de carga .....	48
5.1.3	Sensor Ultrasónico.....	50
5.1.4	Spark Core .....	51

5.2	Aplicación Móvil .....	54
CAPÍTULO VI - PRUEBAS .....		59
6.1	Detección de peso adecuado .....	59
6.2	Detección de comida en contenedor .....	61
6.3	Comunicación de la tarjeta con la aplicación móvil .....	62
CONCLUSIONES .....		64
7.1	Conclusiones .....	64
7.2	Trabajo a Futuro.....	65
GLOSARIO .....		66
REFERENCIAS .....		67

## FIGURAS

---

Figura 1 Diagrama del sistema .....	6
Figura 2. Clasificación de sensores con respecto a fuente de energía.....	10
Figura 3. Clasificación de los sensores con respecto a la señal que proporcionan.....	10
Figura 4. Clasificación de los sensores con respecto a la naturaleza de su funcionamiento .....	11
Figura 5. Clasificación atendiendo a los elementos utilizados en su fabricación.....	12
Figura 6. Sensores de presión .....	13
Figura 7. Principio de transducción piezoeléctrica usado en sensores de presión a) Configuración de disco. b) Configuración de tira .....	13
Figura 8. Celda de carga .....	14
Figura 9. Celda de carga sin peso .....	14
Figura 10. Celda de carga con peso .....	14
Figura 11. Celda de carga flecha de indicación.....	15
Figura 12. Celda de carga de un punto .....	15
Figura 13. Pulso emitido por el sensor ultrasónico .....	16
Figura 14. Ejemplos de aplicación del sensor ultrasónico .....	16
Figura 15. Proceso de acondicionamiento .....	17
Figura 16. Circuito divisor de tensión .....	17
Figura 17. Circuito puente de Wheatstone .....	18
Figura 18. Partes del servomotor.....	19
Figura 19. Rotor.....	20
Figura 20. Bobinas.....	20
Figura 21. Diagrama de tarjeta de adquisición de datos.....	21
Figura 22. Estructura general de una tarjeta de adquisición de datos.....	22
Figura 23. Ejemplo de un fichero xml de preferencias.....	26
Figura 24. Modelo en cascada. ....	27
Figura 25. Pantalla "Configuración" .....	38
Figura 26. Pantalla "Niveles de Comida" .....	39
Figura 27. Diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 1.....	40
Figura 28. Mensajes del diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 1.....	40
Figura 29. Diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 2.....	41
Figura 30. Mensajes del diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 2.....	42
Figura 31. Diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 3.....	42
Figura 32. Mensaje del diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 3 .....	42
Figura 33. Diagrama de Clases.....	43
Figura 34. Diagrama de estados de maquina general .....	43
Figura 35. Dispensador original a) Vista frontal. b) Vista lateral. ....	44
Figura 36. Contenedor con base de melamina.....	45
Figura 37. Embudo de policarbonato con tubo de PVC.....	46
Figura 38. Servomotor incorporado a la base del contenedor. ....	46



Figura 39. Ejemplo de ángulos de apertura mediante el servomotor. ....	47
Figura 40. Contenedor de alimento con embudo, tubo de PVC y servomotor.....	47
Figura 41. Conexión servomotor.....	48
Figura 42. Celda de carga.....	48
Figura 43. Circuito celda de carga.....	48
Figura 44. Celda de carga en el dispensador.....	49
Figura 45. Celda de carga con la base para el plato.....	49
Figura 46. Sensor ultrasónico.....	50
Figura 47. Ángulo de trabajo del sensor ultrasónico.....	50
Figura 48. Sensor ultrasónico colocado en contenedor.....	50
Figura 49. Cable del sensor ultrasónico forrado con termofit.....	50
Figura 50. Conexión del sensor ultrasónico con la tarjeta.....	51
Figura 51. Spark Core conexión general.....	51
Figura 52. Pantalla de Configuración.....	54
Figura 53. Ejemplo de registro "Id de la Spark Core".....	55
Figura 54. Ejemplo de registro "AccessToken de la Spark Core".....	55
Figura 55. Ejemplo de registro de los campos "Nombre" y "Nombre de la mascota".....	56
Figura 56. Ejemplo de registro del campo "Peso de tu mascota".....	56
Figura 57. Ejemplo de registro del campo "Tamaño de tu mascota".....	57
Figura 58. Ejemplo de registro de los horarios de comida de la mascota.....	57
Figura 59. Ejemplo de ventana de "Niveles de Comida".....	58

## TABLAS

---

Tabla 1. Comparación de población entre animales y personas (millones). .....	1
Tabla 2. Resumen de Trabajos Terminales .....	3
Tabla 3. Resumen de dispensadores de alimentos comerciales. ....	4
Tabla 4. Resumen de Proyectos de Investigación. ....	5
Tabla 5. Cantidad de alimento recomendada.....	9
Tabla 6. Comparativa entre los servicios web tipo REST y SOAP.....	25
Tabla 7. Comparación de tarjetas de adquisición de datos.....	30
Tabla 8. Comparación de características entre API's para graficar. ....	31
Tabla 9. Voltajes equivalentes a la proporción requerida .....	53

# CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

## 1.1 Población de Animales en México

México ocupa el primer lugar de América Latina en la población de perros y gatos en el continente. En México viven 23 millones de perros y gatos, cifra que supera la cantidad de niños menores de nueve años que es de 19.7 millones, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Como se observa en la **Tabla 1** la cantidad es similar a la de habitantes del estado de México y del Distrito Federal 14.8 y 8.8 millones respectivamente, señalaron investigadoras de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) [1].

**Tabla 1. Comparación de población entre animales y personas (millones).**

Población de perros y gatos de México	Población de canes en México	Población de habitantes en el D.F y Edo. Mex.	Población de niños menores de 9 años en México
23	18	23.6	19.7

“Son animales que encajan perfectamente en los núcleos familiares” asegura Laura Bermúdez Ruano, psicóloga de la UNAM, esto debido a su carácter de nobleza con lo que resultan una excelente compañía, fuente de cariño y lealtad para los niños de la casa, para una pareja sin hijos, para un adulto soltero, entre otras.

“Un estudio exhaustivo que realizó una empresa de alimentos para mascotas y en el que se encuestó a 25 mil hogares del país, concluyó que 80% cuentan con un animal de compañía, de los cuales 12.8% tienen gatos”, informó el médico veterinario zootecnista Édgar Islas Calderón. Por lo tanto se puede asumir que más del 70% corresponde a perros.

“Se ha demostrado que tanto gatos como perros disminuyen la tensión arterial, la presión cardiaca, mejora el estado de ánimo, baja la secreción, por ejemplo, de hormonas que se liberan cuando las personas están bajo condiciones de estrés”, explicó.

Tener un animal de compañía también sirve para fomentar las relaciones sociales y de convivencia, pues los dueños comparten más al hablar de sus mascotas, y los niños adquieren más seguridad, aseveró Islas Calderón. El integrante de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios, especialista en pequeñas especies y de la Asociación Mexicana de Nutrición Animal, informó que otra característica de los hogares con mascotas es que éstas brindan compañía y cariño a sus amos, efecto positivo que se ha comprobado científicamente.[2]

Resulta importante brindar la atención y cuidado necesarios a las mascotas que integran el núcleo familiar. Uno de los factores más importantes a considerar y que puede ser fácilmente pasado por alto es su adecuada alimentación, características como el tipo de alimento, la cantidad, así como los horarios de alimentación resultan cruciales para mantener una buena salud en las mascotas.

## 1.2 Problemática

En la actualidad es común contar con un ritmo de vida acelerado debido a la cantidad de actividades que se tienen que realizar por lo cual en ocasiones resulta complicada la tarea de alimentar adecuadamente a las mascotas, lo que a su vez puede provocarles complicaciones como: disminución del crecimiento, pérdida o falta de desarrollo de la masa muscular, deficiencia inmunitaria, alteración de piel y pelo, baja producción láctea e infertilidad, obesidad, debilidad, anemia, calambres, hígado graso, problemas articulares, cardíacos y renales, entre otros. Por otro lado no es común el conocer la cantidad de alimento adecuada para cumplir con los niveles nutricionales recomendados.

También existe la posibilidad de que el dueño de la mascota en cuestión deba ausentarse por un tiempo prolongado (hasta por varios días) como por ejemplo, unas vacaciones en las cuales no es posible llevar a la mascota. En estos casos el dueño puede proporcionar a la mascota cantidades acumuladas de alimento proporcionales al tiempo que considera que se ausentará (resultando una cantidad inadecuada). Si se trata de una situación imprevista normalmente la mascota tendrá una cantidad insuficiente de alimento. El dueño también puede optar por encargar el cuidado de la mascota a otra persona, con lo cual no se tiene la certeza de que se le esté alimentando adecuadamente.

En ciertos casos los dueños disminuyen este tipo de problemática adquiriendo un dispensador de alimento, sin embargo en los dispensadores comunes no existen elementos con los cuales podamos percatarnos de la necesidad de adquirir más alimento, salvo la inspección visual directa, aunado a esto dichos dispensadores no proporcionan las cantidades recomendadas.[3]

### 1.3 Estado del Arte

De acuerdo con la investigación realizada en la **Tabla 2**, son escasos los trabajos terminales enfocados al cuidado de los animales, sin embargo tienen como objetivo el monitoreo y cuidado de propiedades utilizando tecnologías apropiadas para el proyecto actual.

Debido al aumento de la población canina y a la integración de ellos al núcleo familiar, anteriormente se han desarrollado algunos dispensadores de alimento para mascotas los cuales han logrado comercializarse y se pueden apreciar en la **Tabla 3**.

En la **Tabla 4** se observan los Trabajos de Investigación referentes al cuidado de mascotas utilizando distintas tecnologías como sensores, sistemas de posicionamiento global, aplicaciones móviles, Arduino, bases de datos, entre otras.

**Tabla 2. Resumen de Trabajos Terminales**

Año	Nombre	Director(es)	Autor(es)	Descripción	Número de TT
2003	“Sistema de Control y Monitoreo de Recintos utilizando Dispositivos Móviles”	• Víctor Hugo García Ortega	• Baena Rodríguez Adrián. • Barrios Rivera Israel. • Ruiz Mora Srikan E. • Sánchez Pérez Karina F.	Es un sistema basado en software empotrado y cómputo móvil, mediante el cual se realiza el control y monitoreo de dispositivos de hardware dentro de un recinto.	2003-0503
2004	“Sistema de Monitoreo Integral para casa habitación vía Internet”	• José Félix Serrano Talamantes	• Andrade Álvarez Alejandra. • Becerril Elías Deni del Carmen. • Ruiz Olvera Ezequiel.	El Trabajo Terminal realiza el monitoreo de diferentes sensores que se encuentran instalados en una casa habitación para vigilarla, accediendo a la información mediante cámaras web.	2004-0659
2010	“Sistema de perros de alto rendimiento”	• Erika Hernández Rubio	• Ortíz Martínez Diego Alejandro.	Sirve para el apoyo en la crianza de perros, sus características son: control de alimentación, diferentes tipos de crianzas, medicación y forma de entrenar a los perros.	2010-0139

**Tabla 3. Resumen de dispensadores de alimentos comerciales.**

Nombre	Precio (Euros)	Autor	Descripción
<b>Comedero Electrónico Para Macotas Pet Feeder</b>	73.94	Animal Planet	Este comedero se repondrá en automático cada que coma el perro, teniendo en cuenta su alimentación llena el depósito de comida. Panel de control LCD integrada le permite establecer los tiempos y las porciones de comida de encargo. Con una Tolva grande tiene capacidad para 4.5 kilos de alimento seco. [4] <b>Especificaciones técnicas:</b> El producto puede utilizar baterías 3 “D” (no incluidas) o Cable AC pero no ambas. <b>Medidas:</b> Largo 48 cm, ancho 27 cm y alto 43 cm. Peso 4.5 kg. <b>Incluye:</b> Plato, Recipiente y base.
<b>Automatic Pet Feeder</b>	199.95	Feed & Go	Permite alimentar a su mascota con una interfaz en línea o aplicación en un teléfono inteligente sin importar donde se encuentre, está configurado para conectarse a una red inalámbrica a internet por lo que se puede tener acceso 24/7. Trae integrada una cámara con la que puedes ver a tu mascota para un mayor cuidado. Funciona conectándolo a la luz (AC). [5]
<b>Alimentador electrónico de mascotas</b>	53.04	PetSafe	El alimentador cuenta con 5 contenedores cada uno con capacidad para 1 taza, puede contener alimento seco o húmedo. La bandeja gira para entregar la comida a la hora por medio de un temporizador electrónico. Esta construido de polipropileno. Requiere de 4 baterías “D” (No incluidas). [6]
<b>Diamond Series V3</b>	61.88	Crown Majestic	Este dispensador puede administrar la comida en cantidades de ½; ¾; 1 y 2 tazas de alimento seco. En la pantalla LCD se programa la cantidad y la hora que se desea administrar el alimento a la mascota. Incluye una botella que es a prueba de derrames para el agua. Esta versión permite el uso de 4 pilas AA (no incluidas) y combinarlo con el adaptador de corriente. [7]
<b>Andrew James New Large 90 comidas</b>	33.99	Andrew James	Se puede programar para alimentar a su mascota hasta 4 veces al día, almacena el suficiente alimento hasta para 90 días. Trae un sensor para evitar la sobre carga en la bandeja de alimento. Nos permite grabar un mensaje, que se reproduce en su hora de comida. Tiene una pantalla LCD con un reloj bajo el indicador de baterías en el cual se pone la hora en las que se desea alimentar al perro. Requiere de 4 pilas D. Está construido con plástico. [8]

**Tabla 4. Resumen de Proyectos de Investigación.**

Año	Nombre Original	Nombre	Autor(es)	Descripción
2009	Animal-Robot Interaction for Pet Caring	Interacción Robot-Animal para el cuidado de mascotas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jong-Hwan Kim.</li> <li>• Seung-Hwan Choi.</li> <li>• Duckhwan Kim.</li> <li>• Joonwoo Kim.</li> <li>• Minjoo Cho.</li> </ul>	Las mascotas han servido como un compañero emocional a las personas. Sin embargo, actualmente es común que las personas estén muy ocupadas para cuidar a sus mascotas durante el trabajo diario. Esta investigación es para ver la posibilidad de que un robot pueda reemplazar el rol de cuidar a las mascotas en representación de su dueño. Los experimentos fueron cuidadosamente desarrollados con un gato y un robot móvil. El robot sólo sigue los comandos del dueño. [9]
2014	WoO based Pet-Care Service in Smart Home	WoO basado en el servicio de cuidado de mascota en una casa inteligente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NamKyung Lee.</li> <li>• HyunWoo Lee.</li> <li>• Won Ryu.</li> </ul>	La mayoría de las cosas estarían conectadas a internet por lo cual serían involucradas en una web de objetos (WoO) los cuales pueden compartir información. Un servicio de cuidado de mascotas es un tipo de demostración de WoO el cual provee alarmas en tiempo real y servicios de control del cambio de ambiente dentro de la casa, mediante un dispositivo inteligente en la ausencia de las personas. [10]
2014	LFD: Lost and Found Dog Application on Mobile	LDF: Aplicación móvil de extravío y localización de perros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supabuth Chutichudet.</li> <li>• Tossapon Kanthathasiri.</li> <li>• Israporn Ritsakunchai.</li> <li>• Damras Wongsawang.</li> </ul>	“LDF” aplicación móvil que provee una herramienta de búsqueda la cual principalmente es utilizada por las personas para buscar a sus perros perdidos. La aplicación utiliza una base de datos especializada que almacena cualquier información acerca del perro, con la cual las personas pueden acceder fácilmente a la información del perro. [11]
2012	Mobile Animal Tracking Systems Using Light Sensor for Efficient Power and Cost Saving Motion Detection	Sistema de seguimiento animal móvil usando sensor de luz para una energía eficiente y ahorro de costo en detección de movimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comdet Phaudphut.</li> <li>• Smarn Tesana.</li> <li>• Nutnicha Weeramongkonlert.</li> <li>• Kasidit Wijitsopon.</li> <li>• Urachart KoKaew.</li> <li>• Boonsup Waikham.</li> <li>• Saiyan Saiyod.</li> </ul>	Este artículo propone una arquitectura abierta para un Sistema de seguimiento animal usando una tarjeta Arduino equipada con varios sensores. Construido en un prototipo compacto fácilmente adherible al collar de un animal. Con GPS, las funcionalidades de la API de Google Maps y localización global a través de redes SMS-GSM a un teléfono con sistema operativo Android. [12]

## 1.4 Solución Propuesta

En la Figura 1 se puede apreciar las cuatro partes en las cuales se divide el proyecto y que se encontrarán comunicadas para el manejo del dispensador:

1. **Cloud:** Se consumirán los servicios web alojados en la nube a fin de manipular el dispensador a través del móvil de manera remota.
2. **Tarjeta de Adquisición de Datos con módulo wifi:** Recibirá las instrucciones del servicio web para ejecutarlas en el dispensador.
3. **Dispensador automático:** Recibirá la instrucción para proporcionar la cantidad de alimento adecuada según el tamaño del can, así mismo se encargará de monitorear la cantidad de alimento en el contenedor a fin de notificar al usuario cuando le alimento se encuentre próximo a terminarse.
4. **Aplicación móvil:** Mediante dispositivos que cuenten con un sistema operativo Android será posible dosificar el alimento del dispensador.

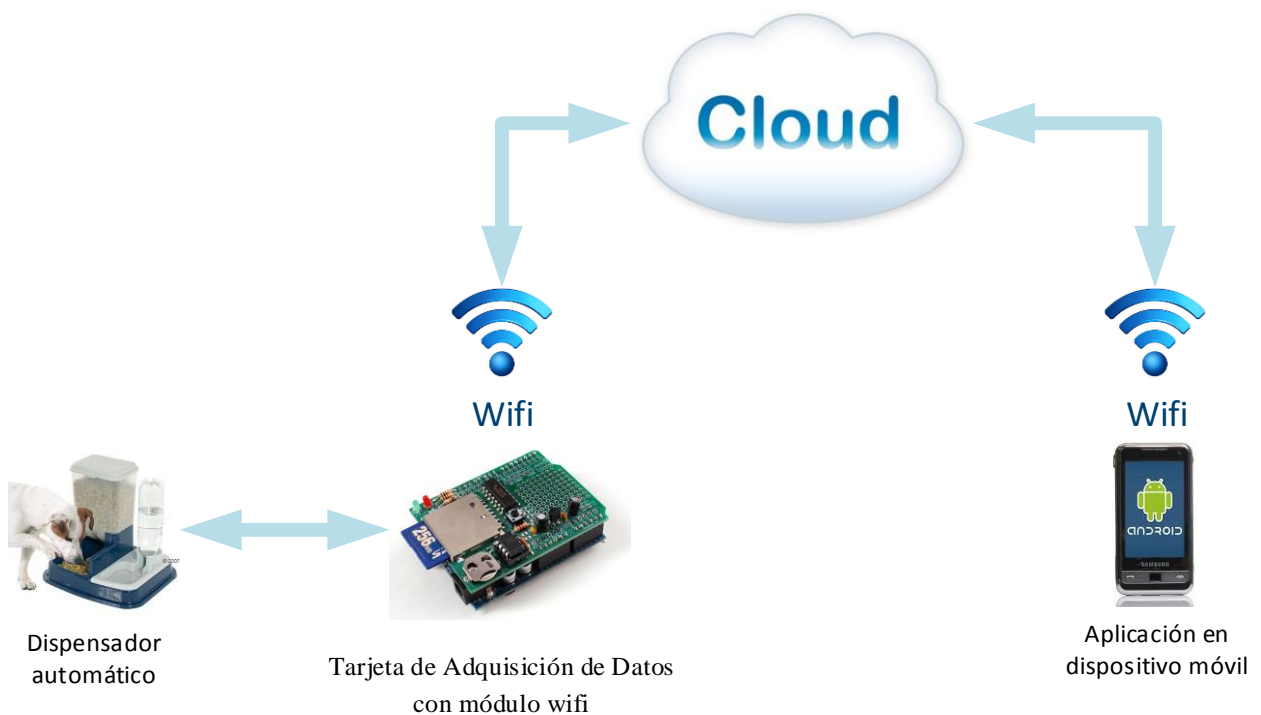


Figura 1 Diagrama del sistema



## 1.5 Justificación

Como se mencionó en la introducción existe una gran cantidad de hogares que cuentan con una mascota, sin embargo es muy probable que el dueño tenga la preocupación de que su mascota no cuente con el alimento necesario durante su ausencia. Algunos de los factores que podrían provocar dicha ausencia son:

- ✓ Salir a divertirse.
- ✓ Salir de vacaciones.
- ✓ Jornadas laborales prolongadas.
- ✓ Viajes de trabajo.
- ✓ Hospitalización.
- ✓ Emergencias.

De acuerdo a la investigación de la **Tabla 3** existen diferentes dispensadores de alimento para mascotas, sin embargo son escasos los que permiten la manipulación del mismo a través de WIFI. Como se pudo apreciar en la **Tabla 2** en la ESCOM no se encontraron trabajos que atiendan la problemática establecida en el presente Trabajo Terminal. Sin embargo, de acuerdo con la **Tabla 4** existen diversos trabajos enfocados al cuidado de las mascotas no obstante ninguno de los que proveen alimento a los animales se basan en la dosis recomendable por los especialistas.

Con la ayuda de herramientas tecnológicas se pretende construir y acondicionar un dispensador que sea capaz de controlar a distancia con un dispositivo móvil, a fin de mantener la tranquilidad de los dueños y/o evitando que las personas descuiden la alimentación de sus perros. Además el proyecto dosificará el alimento adecuado de los canes de acuerdo a su tamaño y peso evitando complicaciones como la obesidad, desnutrición, diabetes, anemia, etc.

## 1.6 Objetivos

### 1.6.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un dispensador de alimento automático capaz de dosificar las croquetas de los canes a través de dispositivos móviles Android conectados a la red WIFI.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

- Investigar el estado del arte/Trabajo Previo.
- Investigar la cantidad adecuada que deben de consumir los canes dependiendo de su tamaño y peso.
- Comparar diferentes Tarjetas de Adquisición de Datos y seleccionar la más adecuada para el proyecto.
- Investigar tipos y características de sensores.
- Investigar el funcionamiento de actuadores y de diferentes componentes electrónicos.
- Construir el dispensador automático.
- Integrar los componentes electrónicos al dispensador de alimento.
- Acondicionar el dispensador de alimento de acuerdo a las necesidades del Trabajo Terminal.
- Investigar funcionamiento de los servicios web para su integración en el Trabajo Terminal.
- Comparar diferentes API's<sup>1</sup> para la incorporación de gráficos en la aplicación móvil.
- Diseñar y desarrollar una aplicación móvil que permita dosificar el alimento.
- Establecer la conexión entre el dispositivo móvil y la plataforma seleccionada.

---

<sup>1</sup> API: Interfaz de programación de aplicaciones. Conjunto de funciones y procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.

## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

### 2.1 Cuidado de los canes

#### 2.1.1 Cantidad de comida recomendada

Cada perro es único, cada uno tiene su propio carácter, sus gustos y sus necesidades. Al igual que los humanos, los perros tienen necesidades nutricionales particulares. Un gran número de estas necesidades dependen de su raza, su edad, su estilo de vida y de su estado de salud. No es sorprendente comprobar que un cachorro energético en pleno crecimiento debe tomar una dieta equilibrada diferente a la de un perro mayor, menos activo. La mayoría de las marcas de alimentos preparados para animales de compañía ofrecen una gama cada vez más grande de variedades especialmente elaboradas para responder a las necesidades específicas de los perros. [13]

La elección del alimento adecuado debe realizarla el dueño considerando los factores antes mencionados, pudiendo requerir la asistencia de un experto veterinario. Sin embargo en cuanto a la cantidad de alimento podemos considerar criterios bien definidos que se pueden apreciar en la Tabla 5. Es necesario aclarar que en esta tabla se aprecian cantidades recomendadas para un perro adulto saludable como máximo dos sesiones alimenticias por día.

**Tabla 5. Cantidad de alimento recomendada**

Tamaño de la Raza	Rango de peso (Kg)	Cantidad recomendada por sesión alimenticia (gr)
<b>Miniatura</b>	0.5 – 2.5	20 – 65
	2.5 – 5	65 – 110
<b>Pequeño</b>	5 – 10	110 – 180
<b>Mediano</b>	10 – 15	180 – 250
	15 – 20	250 – 320
	20 – 25	320 – 400
<b>Grande</b>	25 – 30	400 – 420
	30 – 40	420 – 520
	40 – 50	520 – 620
<b>Gigante</b>	50 – 60	620 – 720
	60 – 70	720 – 800

Muchos perros comen todo lo que se les coloca en su plato y el resto del día no tiene nada más que comer. Los expertos recomiendan dejarles siempre agua fresca y disponible durante el día. [14]

## 2.2 Sensores

Un sensor es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud física del exterior y transformarla en otra magnitud principalmente en eléctrica. [15]

### 2.2.1 Clasificación

Dada la gran cantidad de sensores que existen, se hacen necesarios clasificarlos para así, entender su naturaleza y funcionamiento. Las formas más comunes en que los sensores pueden ser clasificados son: [16]

➤ **Con respecto a su fuente de energía:**

- **Activos:** Requieren de una fuente externa de energía de la que reciben alimentación de corriente para su funcionamiento.
- **Pasivos:** Son los que no requieren de una fuente de energía externa, sino que las propias condiciones medioambientales son suficientes para que funcione según su fin.

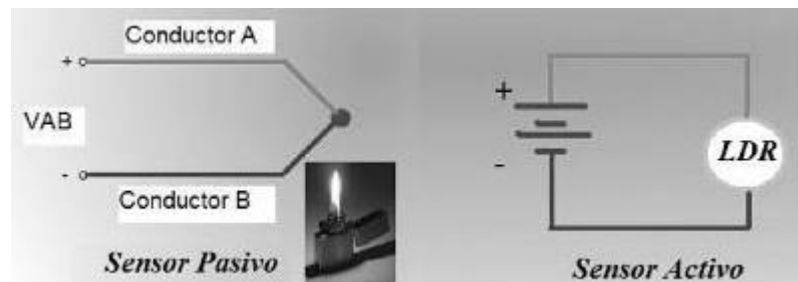


Figura 2. Clasificación de sensores con respecto a fuente de energía.

➤ **Con respecto a las señales que proporcionan:**

- **Analógicos:** Son los que proporcionan la información mediante una señal analógica (voltaje, corriente), es decir, que pueden tomar una infinidad de valores entre un mínimo y un máximo.
- **Digitales:** Proporcionan la información mediante una señal digital que puede ser “0” o “1”.

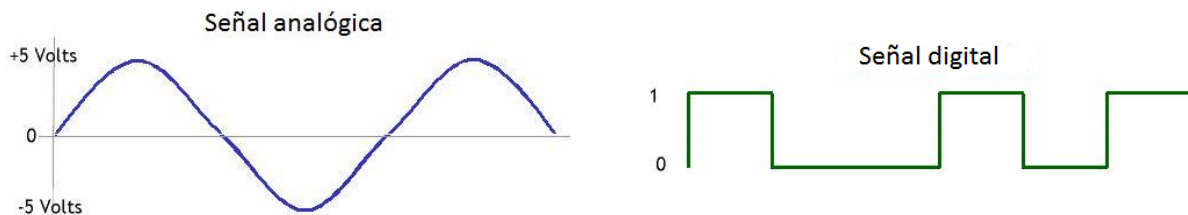


Figura 3. Clasificación de los sensores con respecto a la señal que proporcionan.

➤ **Con respecto a la naturaleza de su funcionamiento:**

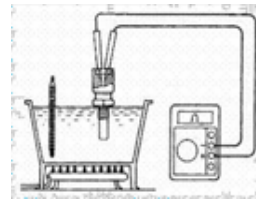
- **Posición:** Son los que experimentan variaciones en función de la posición que ocupan en cada instante los elementos que componen.
- **Fotoelectrones:** Son aquellos que experimentan variaciones en función de la luz que incide sobre los mismos.
- **Magnéticos:** Experimenta variaciones en función del campo magnético que les atraviesa.
- **Temperatura:** Son aquellos que producen variaciones respecto la humedad del lugar donde están ubicados.
- **Húmeda:** Tiene variaciones en función del nivel de humedad existente en el medio en que se encuentran.
- **Presión:** Produce variaciones cuando es sometido a cierta presión.
- **Movimiento:** Experimenta variaciones en función de los movimientos a que son sometidos.
- **Químicos:** Son los que tienen variaciones con agentes químicos externos que pudieran inducir sobre ellos.



Sensor de presión



Sensor químico



Sensor de temperatura



Sensor de movimiento

Figura 4. Clasificación de los sensores con respecto a la naturaleza de su funcionamiento

➤ **Con respecto a los elementos utilizados en su fabricación:**

- **Mecánicos:** Son aquellos que utilizan contactos mecánicos que se abren o cierran.
- **Resistivos:** Son aquellos que utilizan en su fabricación elementos resistivos.
- **Capacitivos:** Son los que al fabricarlos utilizan condensadores.
- **Inductivos:** En su fabricación utilizan bobinas.
- **Piezoeléctricos:** Son los que en su fabricación utilizan cristales como el cuarzo.
- **Semiconductores:** Son los que en su fabricación son hechos con materiales semiconductores.

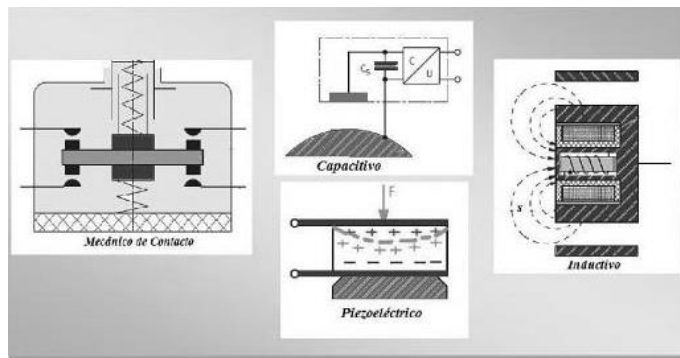


Figura 5. Clasificación atendiendo a los elementos utilizados en su fabricación

### 2.3 Sensor de presión

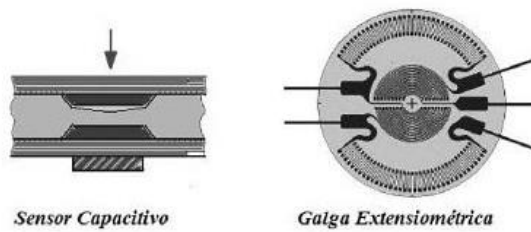
Para medir la presión se utilizan sensores dotados de un elemento específico sensible a la presión, el cual proporciona una señal eléctrica al variar dicha presión, además de un transductor o elemento acondicionador que facilita la medida de la deformación producida.

El valor de la presión se mide en función de determinados parámetros:

- ✓ **Presión absoluta:** la presión medida se compara con el valor cero del vacío absoluto.
- ✓ **Presión diferencial:** La presión medida representa la diferencia entre dos presiones absolutas.
- ✓ **Presión relativa:** la presión medida está en función de la presión atmosférica, la cual se considera como valor cero.

Los sensores de presión se pueden clasificar en dos grupos:

- ✓ **Sensores mecánicos:** Son los que no requieren de una fuente de energía eléctrica para proporcionar su señal. Ejemplo de ellos son los equipos de medición con tubo elástico de Bourdon. La presión al actuar sobre la pared interior del tubo elástico provoca una contracción de dicho tubo, utilizando una aguja para visualizar la magnitud proporcionada por la deformación.
- ✓ **Sensores electrónicos:** Son aquellos que requieren de una fuente de energía eléctrica para proporcionar su señal. Para detectar la deformación que la presión produce, generalmente sobre una membrana, se utilizan diferentes principios físicos, resistivos, inductivos, capacitivos, piezoresistivos, magnéticos, semiconductores, cintas extensométricas, etc. posterior mente es necesario un circuito acondicionador para procesar la lectura.

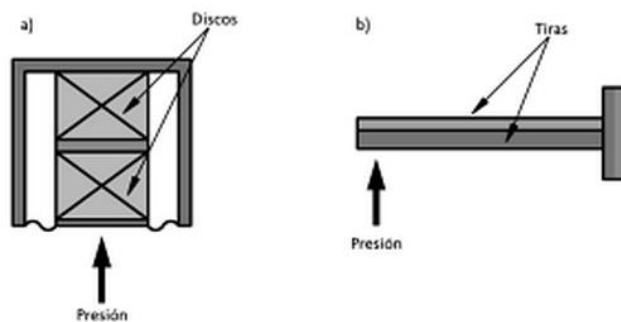


**Figura 6. Sensores de presión**

## 2.4 Sensor de presión con material piezoeléctrico

En este tipo de sensores se emplean materiales piezoeléctricos de detección, un material piezoeléctrico tiene la capacidad de transformar un esfuerzo aplicado a un voltaje. El principio de aplicación es el siguiente: una pequeña placa de área conocida con característica piezoeléctricas, se coloca de manera normal a la fuerza que ejerce la presión a detectar; así cuando la presión incrementa o disminuye, el elemento piezoeléctrico genera un voltaje proporcional a la compresión de la extensión de dicha placa. Luego por medio de electrodos metálicos es posible leer el voltaje generado por el circuito. Los materiales piezoeléctricos más utilizados para estos son cuarzo, titanato de bario y sal de seignette.

Existen dos configuraciones básicas para implementar este tipo de sensores Figura 7; la primera consiste en colocar discos de material piezoeléctrico interconectados entre sí con la cual es posible la resolución del sensor. Otra posible configuración consiste en superponer dos tiras de material piezoeléctrico, mismas que estarán colocadas de tal modo que tengan polaridades opuestas, de esta manera se verá incrementando el voltaje a la salida. (Corona, 2014)



**Figura 7. Principio de transducción piezoeléctrica usado en sensores de presión a) Configuración de disco. b) Configuración de tira**

Estas estructuras están auxiliadas por un resorte que ayuda a linealizar la señal, controlando el desplazamiento debido a la presión aplicada. Entre sus principales ventajas de estos sensores destacan:

- ✓ Compatibilidad de fabricación con procesos de microelectrónica (lo que hace bajo el costo).
- ✓ Ancho de banda amplio.
- ✓ Sensibilidad baja a la vibración.

Por otro lado, entre sus desventajas se encuentran:

- ✓ Sensibilidad alta temperatura.
- ✓ Dificultad para hacer mediciones de presiones estáticas, debido a que el voltaje generado por el material piezoeléctrico es bajo.

## 2.5 Celda de carga

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

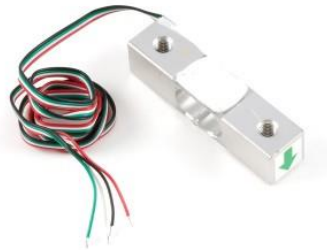


Figura 8. Celda de carga

### 2.5.1 Funcionamiento

La medición se realiza con pequeños patrones de resistencia que son usados como indicadores de tensión como se ve en la Figura 9, a los cuales se les llama medidores. Los medidores están unidos a una viga o elemento estructural que se deforma cuando se aplica peso, a su vez, deforman el indicador de tensión como se aprecia en la Figura 10. Cuando se deforma el medidor de deformación la resistencia eléctrica cambia en proporción a la carga.

Esto se logra por medio de un puente de Wheastone, el cual se utiliza para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio. Esta construido por cuatro resistencias que forman un circuito cerrado. En el caso de las celdas de carga las resistencias son los medidores de deformación.

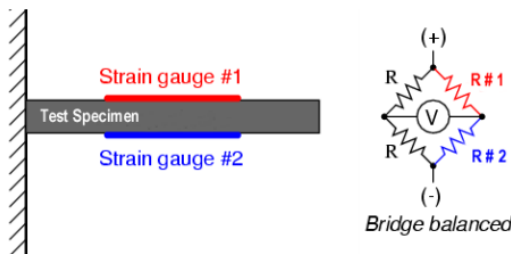


Figura 9. Celda de carga sin peso

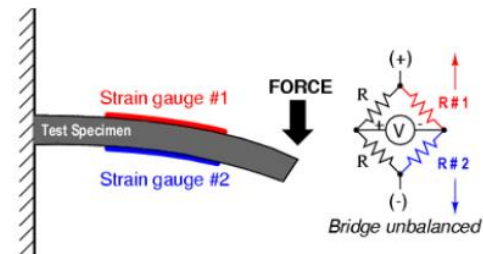


Figura 10. Celda de carga con peso



## 2.5.2 Tipos de celda de carga

Existen diferentes tipos de celda de carga, las cuales tienen diferentes propósitos por sus especificaciones al igual que por cómo se utilizan.

### 2.5.2.1 Celda de carga de un solo punto

Estas celdas se utilizan en pequeñas escalas, como joyas, o balanzas de cocina, existen celdas de máximo 100g hasta celdas de máximo 50Kg. Está se monta por medio de pernos hacia abajo en cada extremo de la celda, donde los cables se unen, y la aplicación de la fuerza debe de ser en el sentido de la flecha lateral. Donde se aplica la fuerza, no es una zona crítica, ya que esta celda mide el efecto de elasticidad sobre la viga, no la flexión de la viga. De tal manera si se monta una pequeña plataforma en la celda de carga, como se haría en una pequeña bascula, esta celda proporcionará lecturas precisas, independiente de la posición de la carga en la plataforma.



Figura 11. Celda de carga flecha de indicación

### 2.5.2.2 Celda de carga de botón

Esta celda de botón de carga se utiliza en aplicaciones que requieren un factor de forma más delgada, ya que esta, atornillada por la parte de abajo, debe presentar la fuerza de manera tangencial (empujando exactamente hacia abajo) a la superficie montada para tener una buena medición.



Figura 12. Celda de carga de un punto

## 2.6 Sensor Ultrasónico

Los sensores de proximidad ultrasónicos usan un transductor para enviar y recibir señales de sonido de alta frecuencia.

El sensor tiene un disco piezoeléctrico montado en superficie, el cual produce ondas de sonido de alta frecuencia. Cuando los pulsos transmitidos pegan con un objeto reflector de sonido, se produce un eco. La duración del pulso reflejando es evaluado en el transductor. [17]

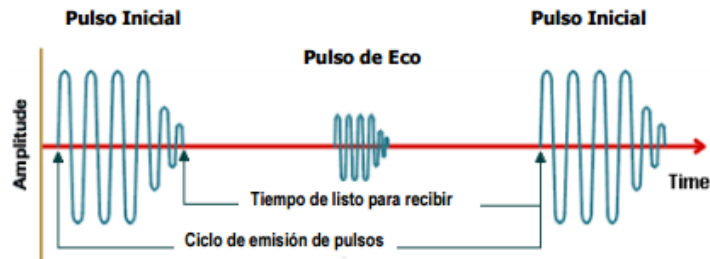


Figura 13. Pulso emitido por el sensor ultrasónico

El pulso emitido es corto de energía ultrasónica de gran amplitud. El pulso eco es típicamente de amplitud más baja. El intervalo de tiempo entre la señal transmitida y su eco es directamente proporcional a la distancia entre objetos y el sensor. Por lo que la fórmula se establece como:

$$d = \frac{1}{2} V * t$$

Donde V es la velocidad del sonido en el aire y t es el tiempo transcurrido entre la emisión y recepción del pulso.

Algunas de sus aplicaciones del sensor son:

- Evitar colisión.
- Medir el nivel de un contenedor.
- Posición de un vehículo en estacionamientos.
- Medir el diámetro en materiales.

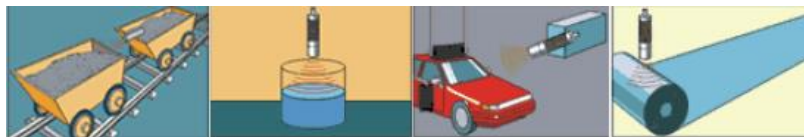


Figura 14. Ejemplos de aplicación del sensor ultrasónico

## 2.7 Acondicionamiento de Sensores

La señal de salida de un sensor no suele ser válida para su procesamiento por los circuitos actuadores, por lo tanto necesita ser adaptada y amplificada. Puede ser que la señal de salida del sensor no sea lineal o que dependa de las condiciones de funcionamiento como la temperatura y la tensión de alimentación, en este caso sería necesario linealizar el sensor, así como compensar sus variaciones, para ello se utilizan los circuitos acondicionadores de señal. Por lo tanto se podría definir como circuito acondicionador aquel que hace que la señal de los sensores sea válida para ser procesada por circuitos actuadores o por equipos de instrumentación, como multímetros, osciloscopios, LCD, etc.

Entre los circuitos acondicionadores de señal más utilizados podemos encontrar divisores de tensión mediante resistencias, el puente de Wheatstone, los transistores, amplificadores operacionales, microcontroladores, e incluso circuitos multivibradores para cuando es necesario que la información del sensor se traduzca en frecuencia, como ocurre en el caso de los capacitivos.

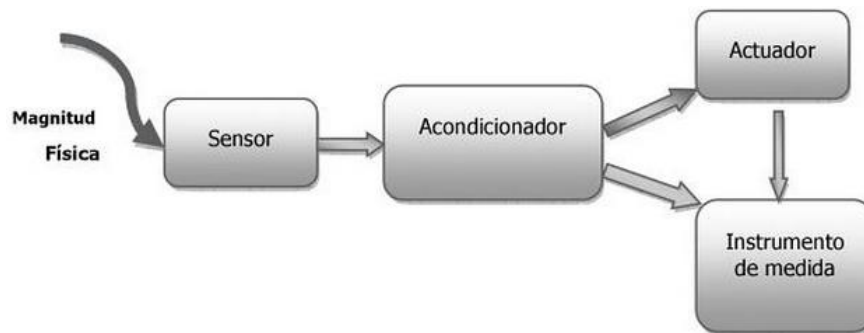


Figura 15. Proceso de acondicionamiento

### 2.7.1 Divisor de tensión mediante resistencias

Es un circuito que reparte la tensión de una fuente entre una o más resistencias conectadas. Con sólo dos resistencias en serie y un voltaje de entrada, se puede obtener un voltaje de salida equivalente a una fracción del de entrada. Los divisores de voltaje son uno de los circuitos más fundamentales en la electrónica.

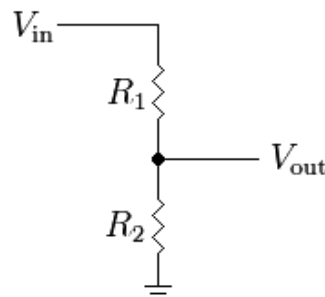


Figura 16. Circuito divisor de tensión

La ecuación del divisor de voltaje supone que se conocen tres valores del circuito anterior: el voltaje de entrada ( $V_{in}$ ), y ambos valores de resistencia ( $R_1$  y  $R_2$ ). Teniendo en cuenta estos valores, podemos usar la ecuación para encontrar el voltaje de salida ( $V_{out}$ ):

$$V_{out} = V_{int} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

La ecuación establece que el voltaje es directamente proporcional al voltaje de entrada conforme a la relación de  $R_1$  y  $R_2$ . [18]

### 2.7.2 Puente de wheatstone

El puente de Wheatstone es un circuito diseñado para encontrar la resistencia (o en general la impedancia) de un componente sabiendo la de otros tres componentes. La escena muestra un esquema del puente de Wheatstone en el que las resistencias conocidas son  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  (que es una resistencia variable). La incógnita es  $R_x$ . Se debe "equilibrar" el puente buscando un valor de la resistencia variable  $R_2$  con el cual la diferencia de potencial entre los nodos A y B sea cero. Se deberá buscar el valor de  $R_2$  que equilibre el puente de Wheatstone y calcular el valor de la resistencia  $R_1$ .

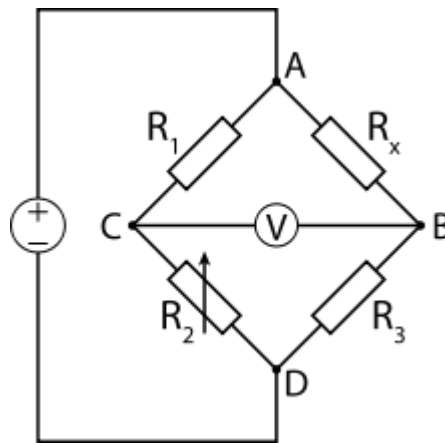


Figura 17. Circuito puente de Wheatstone

La fórmula para calcular  $R_x$  es la siguiente:  $R_x = \frac{R_1 * R_2}{R_3}$

La disposición en puente también es ampliamente utilizada en instrumentación electrónica. Para ello, se sustituyen una o más resistencias por sensores, que al variar su resistencia dan lugar a una salida proporcional a la variación. A la salida del puente suele colocarse un amplificador. [18]

## 2.8 Motores

### 2.8.1 Servo motor

Un servomotor es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.

#### 2.8.1.1 Partes del servomotor

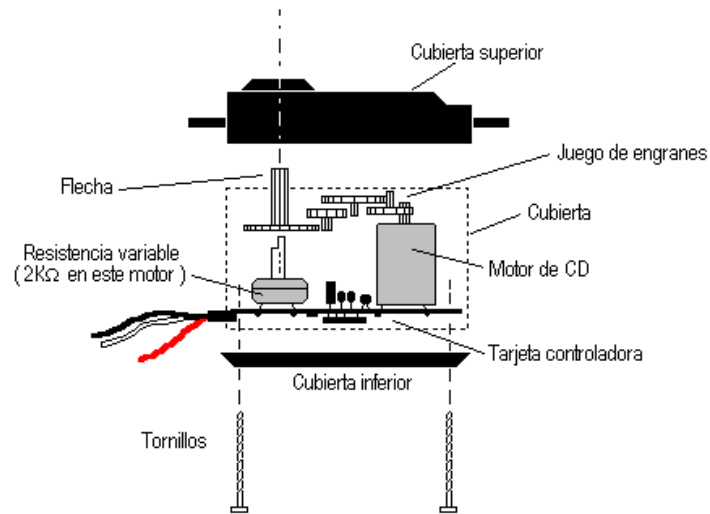


Figura 18. Partes del servomotor

- **Motor de corriente continua:** Es el elemento que le brinda movilidad al servo. Cuando se aplica un potencial a sus dos terminales, este motor gira en un sentido a su velocidad máxima. Si el voltaje aplicado a sus dos terminales es inverso, el sentido de giro también se invierte.
- **Engranajes reductores:** Se encargan de convertir gran parte de la velocidad de giro del motor de corriente continua en torque.
- **Circuito de control:** Este circuito es el encargado del control de la posición del motor. Recibe los pulsos de entrada y ubica al motor en su nueva posición dependiendo de los pulsos recibidos.

Tiene además de los circuitos de control un potenciómetro conectado al eje central del motor. Este potenciómetro permite a la circuitería de control, supervisar el ángulo actual del servomotor. Si el eje está en el ángulo correcto, entonces el motor está apagado. Si el circuito chequea que el ángulo no es correcto, el motor volverá a la dirección correcta hasta llegar al ángulo que es correcto. El eje del servomotor es capaz de llegar alrededor de los 180 grados normalmente, en algunos llega a los 210 grados, pero varía de acuerdo con el fabricante.

## 2.8.2 Motor a pasos

El motor paso a paso es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de avanzar una serie de grados (paso) dependiendo de sus entradas de control. El motor paso a paso se comporta de la misma manera que un conversor digital-analógico (D/A) y puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas lógicos. [19]

### 2.8.2.1 Principio de funcionamiento

Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor (como se aprecia en la Figura 19) sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas (ver Figura 20).



Figura 19. Rotor.

Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente manejada por un controlador. [20]



Figura 20. Bobinas.

Existen dos tipos de motores a pasos de imán permanente:

- **Bipolar:** Estos tiene generalmente cuatro cables de salida y requieren del cambio de dirección del flujo corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento. Un ejemplo de control de estos motores mediante el uso de un puente en H (H-Bridge).
- **Unipolar:** Estos motores suelen tener 6 o 5 cables de salida, dependiendo de su conexión interna. Este tipo se caracteriza por ser más simple de controlar.

## 2.9 Tarjeta de Adquisición de Datos

Actúa como la interfaz entre una PC y señales del mundo exterior. Funciona principalmente como un dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes para que la PC puede interpretarlas. Los tres componentes clave para medir una señal son el circuito de acondicionamiento, convertidor analógico-digital y un bus de PC. Varias tarjetas incluyen otras funciones para automatizar sistemas de medidas y procesos. Por ejemplo los convertidores digitales-analógicos (DACs) envían señales analógicas, las líneas de E/S digital reciben y envían señales digitales y los contadores/temporizadores cuentan y generan pulsos digitales. [21]



**Figura 21. Diagrama de tarjeta de adquisición de datos**

La tarjeta de adquisición más sencilla consiste en un hardware de adquisición que tan solo convierte la señal analógica de entrada en una señal digital que es enviada al computador son realizar ningún tipo de procesamiento. En otras tarjetas puede hacerse un tratamiento de los datos en la propia tarjeta incorporando para ello un procesador especializado. Estas tarjetas con procesador incorporado suelen utilizarse en aplicaciones exigentes (alta velocidad de adquisición y gran cantidad de procesamiento).

Algunas tarjetas son en sí mismas instrumentos y se denominan instrumentos en tarjeta. Estas tarjetas aprovechan básicamente la capacidad de comunicación y representación de datos del computador, pero contienen todas las características que las hacen funcionar como un instrumento autónomo. Figura 22 muestra el diagrama de bloques de una tarjeta de adquisición típica.

El núcleo central de una tarjeta de adquisición está compuesto por los circuitos analógicos de entrada y el conversor A/D. Los circuitos analógicos de entrada incluyen un multiplexor, al que llegan las distintas variables de entrada, un amplificador de ganancia programable y un circuito de muestreo y retención; a continuación, se encuentra el propio convertidor A/D. En general las tarjetas disponen de una memoria temporal o buffer donde se almacenan las muestras capturadas por el convertidor A/D antes de transferirlas. [22]

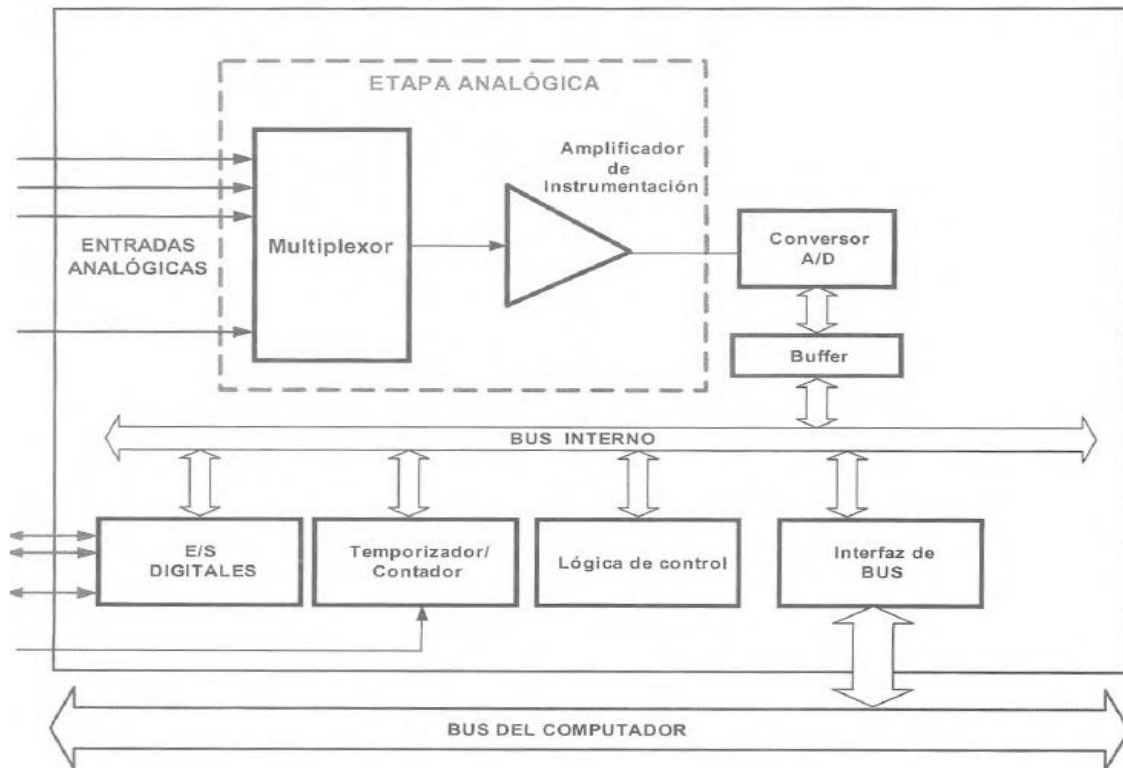


Figura 22. Estructura general de una tarjeta de adquisición de datos.

### Características de las TADs

- **Número de entradas analógicas:** Hace referencia al número de canales de entrada disponibles en la tarjeta (4, 8, 16, 32, 64 o más). Se trata de unos de los criterios básicos de selección ya que debe de acomodarse a las demandas de nuestra aplicación.
- **Resolución:** La resolución de convertidor es otro de los parámetros más importantes y debe de elegirse en función de la precisión que se pretenda en la medida. Las TADs suelen utilizar convertidores con resoluciones de 8, 12,14, entre otros.
- **Margen de entrada:** Especifica los límites de tensión de entrada en la tarjeta. Por lo general se diferencian entre señales unipolares y bipolares. Las señales unipolares admiten únicamente niveles de tensión positivos, por ejemplo 0 a 5V, mientras que las bipolares preminente las dos polaridades, como -5 a +5 V ó -10 a +10 V.
- **Salidas analógicas:** Existen tarjetas que proporcionan al usuario varios canales de salida analógicos. Las salidas analógicas pueden utilizarse para el control de ciertos dispositivos. La corriente que puede suministrar el canal analógico es limitada (5 a 10 mA) por lo que debe de tener en cuenta si se pretende excitar cargas considerables.
- **Entrada/Salida digital:** se utilizan para control de procesos, activación de alarmas, comunicación con periféricos, recepción de señales de sensores discretos, generación de señales compatibles TTL, etc.



## 2.10 Servicios Web

Se puede definir como un sistema de software diseñado para permitir la interoperabilidad máquina a máquina en una red. Se trata de API's que son publicadas, localizadas e invocadas a través de la web. Es decir, una vez desarrolladas, son instaladas en un servidor, y otras aplicaciones (u otros servicios Web) pueden descubrirlas desde otras computadoras en Internet e invocar uno de sus servicios.

Como norma general, el transporte de los datos se realiza a través del protocolo HTTP y la representación de los datos mediante XML. Sin embargo, no hay reglas fijas en los servicios web. Una de las grandes ventajas de este planteamiento es que es tecnológicamente neutral. Es decir, podemos utilizar un servicio web sin importarnos el sistema operativo o el lenguaje en el que fue programado. Además, al apoyarse sobre el protocolo HTTP, puede utilizar los sistemas de seguridad (https).

Como inconveniente resaltar que, dado que el intercambio de datos se realiza en formato de texto (XML), tiene menor rendimiento que otras alternativas como RMI (Remote Method Invocation), CORBA (Object Request Broker Architecture) o DCOM (Distributed Component Object Model).

Existen tres enfoques diferentes al momento de definir un servicio Web, es lo que se conoce como arquitectura del servicio web:

- 1. Llamadas a Procedimiento Remotos (RPC):** Se enfoca el servicio web como una colección de operaciones o procedimientos que pueden ser invocados desde una máquina diferente a donde se ejecutan. Resulta una visión sencilla de entender para un programador, por lo que fue una de las primeras que se implementó en lo que se conoce como servicios web de primera generación.
- 2. Arquitectura Orientada a Servicios (SOA):** En el planteamiento anterior, RPC, la unidad básica de interacción es la operación; en este nuevo planteamiento, la unidad de interacción pasa a ser el mensaje. Por lo tanto, en muchos casos se conoce como servicios orientados a mensaje. Cada uno de los mensajes que vamos a utilizar ha de ser definido siguiendo una estricta sintaxis expresada en XML. En la actualidad se trata de la arquitectura más extendida, soportada por la mayoría del software de servicios web.
- 3. Transferencia de Estado Representacional (REST):** En los últimos años se está popularizando este nuevo planteamiento, que se caracteriza principalmente por su simplicidad. En REST se utiliza directamente el protocolo HTTP, por medio de sus operaciones GET, POST, PUT y DELETE. En consecuencia, esta arquitectura se centra en la solicitud de recursos, en lugar de las operaciones o mensajes de las alternativas anteriores.

### **2.10.1 Servicios web basados en SOAP**

SOAP (Simple Object Access Protocol) es el protocolo más utilizado en la actualidad para implementar servicios Web. Fue creado por Microsoft, IBM y otros.

Utiliza como transporte HTTP, aunque también es posible utilizar otros métodos de transporte, como el correo electrónico. Los mensajes del protocolo se definen utilizando un estricto formato XML, que ha de ser consensuado por ambas partes.

SOAP proporciona una descripción completa de las operaciones que puede realizar un nodo mediante una descripción WSDL (Web Services Description Language), por supuesto codificada en XML.

#### **Características:**

- Las operaciones son definidas como puertos WSDL.
- Dirección única para todas las operaciones.
- Múltiples instancias del proceso comparten la misma operación.
- Componentes fuertemente acoplados.

### **2.10.2 Servicios web basados en REST**

En primer lugar conviene destacar que el termino REST se refiere a una arquitectura en lugar de a un protocolo en concreto como es el caso de SOAP. Siendo estrictos, la arquitectura REST no impone el uso de HTTP; no obstante, en la práctica se entiende que un servicio web basado en REST, es aquel que se implementa directamente sobre la web.

Este planteamiento supone seguir los principios de la aplicación WWW, pero en lugar de solicitar páginas web solicitaremos servicios web. Los principios básicos de la aplicación WWW y, por tanto, los de REST son:

- ✓ Transporte de datos mediante HTTP, utilizando las operaciones de este protocolo, que son GET, POST, PUT y DELETE.
- ✓ Los diferentes servicios son invocados mediante el espacio de URI unificado, la cual identifica un recurso en Internet. Este sistema ha demostrado ser flexible, sencillo y potente a un mismo tiempo. Se cree que fue uno de los principales factores que motivo el éxito de WWW.
- ✓ La codificación de datos es identificada mediante tipos MIME (text/html, image/gif,...). Aunque el tipo de codificación preferido es XML (text/xml).

Las ventajas de REST derivan de su simplicidad. Entre estas podemos destacar mejores tiempos de respuesta y disminución de sobrecarga tanto en cliente como en servidor. Mayor estabilidad frente a futuros cambios. Y también, una gran sencillez en el desarrollo de clientes.

Como inconveniente indicar que, al igual que ocurre con el protocolo HTTP, no se mantiene el estado. Es decir, cada solicitud es tratada por el servidor de forma independiente sin recordar solicitudes anteriores.

**Características:**

- El cliente invoca directamente URL's para acceder.
- Cada petición del cliente debe de contener toda la información.
- Fácil de ver y manipular, se puede acceder desde un navegador.
- Cualquier aplicación puede acceder.
- Interoperabilidad garantizada.

**Tabla 6. Comparativa entre los servicios web tipo REST y SOAP.**

RUBRO	REST	SOAP
<b>Tecnología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pocas operaciones con <b>muchos</b> recursos</li> <li>• Se centra en la escalabilidad y rendimiento a gran escala para sistemas distribuidos hipermedia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muchas operaciones con <b>pocos</b> recursos.</li> <li>• Se centra en el diseño de aplicaciones distribuidas.</li> </ul>
<b>Protocolos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HTTP GET, HTTP POS, HTTP PUT, HTTP DEL.</li> <li>• XML auto descriptivo.</li> <li>• Síncrono.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SMTP, HTTP POST, MQ.</li> <li>• Tipado fuerte, XML.</li> <li>• Síncrono y asíncrono.</li> </ul>
<b>Seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HTTPS.</li> <li>• Comunicación punto a punto y segura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WS SWCURITY.</li> <li>• Comunicación origen a destino segura.</li> </ul>

## 2.11 Preferencias en Android

Es un mecanismo liviano que permite almacenar y recuperar datos primitivos en la forma de pares clave/valor. Las preferencias (clase `SharedPreferences`) pueden ser usadas como un mecanismo para que los usuarios modifiquen algunos parámetros de configuración de la aplicación.

Las preferencias también pueden ser utilizadas para almacenar ciertos datos que tu aplicación quiera conservar de forma permanente. Es un mecanismo sencillo que permite almacenar una serie de variables con su nombre y su valor. Se puede almacenar variables de tipo booleano, real, entero y String.

Para conseguir esta persistencia Android utiliza un fichero xml que se almacena en el sistema de ficheros. Se utiliza la carpeta `shared_prefs` para almacenar los ficheros de preferencias. Dentro de esta carpeta, para almacenar las preferencias de usuario se utiliza el fichero `nombre.del.paquete_preferences.xml`, donde hay que remplazar `nombre.del.paquete` por el paquete que contiene la aplicación. Esto significa que solo puede haber unas preferencias de usuario por aplicación.

```
<map>
  <string name="nombre_usuario" value="Elihú">
  <string name="nombre_mascota" value="Ham">
  <boolean name="musica" value="true">
</map>
```

**Figura 23.** Ejemplo de un fichero xml de preferencias.

### 3.1 Metodología

Se requiere que el producto ofrezca las características de confiabilidad, funcionalidad y eficiencia los cuales son atributos de calidad necesarios en un sistema enfocado al cuidado de mascotas.

El modelo en cascada se adapta al tiempo de desarrollo del proyecto debido a que en cada etapa se debe de elaborar la documentación correspondiente en sincronía con el desarrollo del proyecto. Además la información obtenida en cada etapa es requerida en su siguiente fase para la continuación del proyecto en orden. El diagrama del modelo en cascada se puede visualizar en la **Figura 24**, es el primer modelo de proceso de desarrollo de software que se publicó, se derivó de procesos de ingeniería de sistemas más generales. Debido a la cascada de una fase a otra, dicho modelo se conoce como modelo en cascada o como ciclo de vida del software. [22]

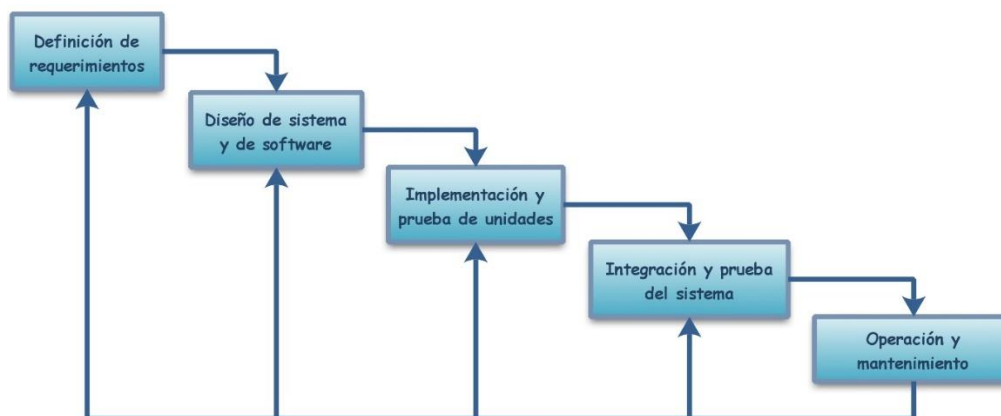


Figura 24. Modelo en cascada.

Las principales etapas de este modelo se transforman en actividades fundamentales de desarrollo:

1. **Definición de requerimientos:** Los servicios, restricciones y metas se definen a partir de consultas. Entonces se definen a detalle y sirven como especificación del sistema.
2. **Diseño de sistema y de software:** El proceso de diseño del sistema divide los requerimientos en sistemas hardware o software. Establece una arquitectura completa del sistema.
3. **Implementación y prueba de unidades:** El diseño del software se lleva a cabo como un conjunto o unidades de programas. La prueba de unidades implica verificar que cada una cumpla su especificación.
4. **Integración y prueba del sistema:** Los programas o las unidades individuales de programas se integran y prueban como un sistema completo para asegurar que se cumplan los requerimientos del software.
5. **Operación y mantenimiento:** El sistema se instala y se pone en funcionamiento práctico. El mantenimiento implica corregir errores no descubiertos en las etapas anteriores, mejorar la implementación de las unidades del sistema y resaltar los servicios del sistema una vez que se descubren nuevos requerimientos.

### 3.2 Reglas de Negocio

REGLAS DE NEGOCIO	
<b>RN1</b>	El tamaño del can se clasificará dentro de 5 rangos: mini, pequeño, mediano, grande y gigante.
<b>RN2</b>	Dispensador que alimente a canes adultos basado en las cantidades recomendadas para su tamaño y peso.
<b>RN3</b>	El dispensador debe alimentar al perro dos veces al día.
<b>RN4</b>	La aplicación móvil debe funcionar aunque no se encuentre conectado a la misma red que la Tarjeta de Adquisición de Datos.

### 3.3 Requerimientos

#### 3.3.1 Requerimientos Básicos (RB)

REQUERIMIENTOS BÁSICOS	
<b>RB1</b>	Herramienta que permita alimentar a un perro a distancia.
<b>RB2</b>	Dispensador de alimento para perros que dosifique las croquetas.
<b>RB3</b>	Aplicación móvil que configure el dispensador.
<b>RB4</b>	Aplicación móvil que cuente con un diseño intuitivo para el usuario.

#### 3.3.2 Requerimientos Funcionales (RF)

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	
<b>RF1</b>	El dispensador dosificará el alimento del can de acuerdo a la RN2.
<b>RF2</b>	El dispensador alimentará al perro en los horarios que el usuario establezca.
<b>RF3</b>	La Tarjeta de Adquisición de Datos permitirá establecer la conexión con la red en donde se encontrará el dispensador.
<b>RF4</b>	La aplicación móvil mostrará una pantalla inicial de configuración con los siguientes campos: Nombre del usuario, Nombre de la mascota, tamaño de la mascota según la RN1, peso de la mascota, horarios de alimentación y datos de la conexión.
<b>RF5</b>	La aplicación móvil establecerá la conexión con el dispensador a través de una configuración inicial.
<b>RF6</b>	La aplicación móvil monitoreará la cantidad de alimento en el dispensador.
<b>RF7</b>	La aplicación móvil mostrará una alerta cuando el dispensador este próximo a quedar vacío.
<b>RF8</b>	La aplicación móvil permitirá la modificación de los parámetros establecidos en los Requerimientos Funcionales 4 y 5.

### 3.3.3 Requerimientos No Funcionales (RNF)

REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	
<b>RNF1</b>	La Tarjeta de Adquisición de Datos deberá contar con un módulo de wifi.
<b>RNF2</b>	La Tarjeta de Adquisición de Datos deberá contar con acceso a una red wifi.
<b>RNF3</b>	La Tarjeta de Adquisición de Datos requerirá de alimentación eléctrica.
<b>RNF4</b>	La Tarjeta de Adquisición de Datos no deberá exceder de 30m de distancia con el módem.
<b>RNF5</b>	La Tarjeta de Adquisición de Datos será integrada al dispensador.
<b>RNF6</b>	El dispensador no podrá transportar alimento al plato si éste se encuentra lleno.
<b>RNF7</b>	El dispensador contará con un motor que permitirá el traslado de alimento del contenedor al plato.
<b>RNF8</b>	El dispensador contará con un sensor que monitoreará la cantidad de alimento en el contenedor.
<b>RNF9</b>	El plato del dispensador contará con un sensor que le permita saber cuándo no debe volver a enviarle comida.
<b>RNF10</b>	La aplicación móvil será implementada en la plataforma Android.
<b>RNF11</b>	La aplicación móvil deberá poseer conexión a la red cada que se utilice.

### 3.4 Especificación

#### 3.4.1 Tarjeta de Adquisición de Datos

De acuerdo a los requerimientos del Trabajo Terminal se necesita una Tarjeta de Adquisición de Datos a fin de realizar la lectura de los sensores, establecer la comunicación con la aplicación móvil y manipular el flujo de alimento. En la Tabla 7 se aprecia la comparación entre las tarjetas de adquisición más adecuadas para su integración al presente trabajo.

Tabla 7. Comparación de tarjetas de adquisición de datos

Características	Spark Core	Arduino Yun	Photon
Microcontrolador	ARM Cortex M3	ATMega32u4	ARM Cortex M3
Velocidad del reloj	72 MHz	16 MHz	120 Mhz
Memoria Flash	128 Kb	32 Kb	1 Mb
E/S digitales	8	20	13
E/S analógicas	8	12	13
Conectividad	Wifi	Wifi + Ethernet	Wifi
Precio (USD)	39	67	19

De acuerdo con la investigación realizada, el Photon cuenta con las mejores características sin embargo la tarjeta no se encuentra disponible debido a un exceso en la demanda de la misma, esta tarjeta se encontrará disponible a partir de Mayo del 2015 aproximadamente.

Seleccionamos la tarjeta Spark Core, la cual nos proporciona todas las funcionalidades que el Trabajo Terminal requiere como el módulo wifi, capacidad de memoria flash adecuada, además cuenta con una gran cantidad de documentación oficial lo cual facilita el desarrollo de aplicaciones. Las dimensiones de la Spark Core son **2 x 2 x 2 cm**, lo cual implica una mayor flexibilidad en la ubicación de la tarjeta en el dispensador. Cabe resaltar que el fabricante de la Spark Core proporciona acceso a un web service tipo REST, el cual es adecuado para la comunicación con la aplicación móvil, permitiendo consumir los servicios que se requieran entre la tarjeta y la aplicación móvil.



### 3.4.2 Aplicación Móvil

Debido a que la Spark Core utiliza servicios web tipo REST, se implementará una aplicación móvil Android bajo dicha tecnología.

El registro de la información del usuario se almacenará en un archivo preferencias que se utiliza en el Sistema Operativo Android sustituyendo el uso de una Base de Datos Relacional. Esta consideración se realizó tomando en cuenta la información necesaria a utilizar por la aplicación buscando conservar simplicidad en el diseño así como en la funcionalidad.

La aplicación móvil requiere de una interfaz intuitiva para el usuario, debido a ello se decidió integrar una API que nos permita graficar los niveles de comida en el plato y en el contenedor de comida. A fin de elegir la API más adecuada de acuerdo a las necesidades del Trabajo Terminal se realizó una investigación cuyos resultados se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8. Comparación de características entre API's para graficar.**

Característica/API	AndroidPlot	AChartEngine	MPAndroidChart	ChartDroid
Dinamismo	Sí	Sí	Sí	No
Facilidad de implementación	Media	Alta	Alta	Media
Presentación	Baja	Baja	Alta	Media
Animaciones	No	No	Sí	No
Nivel de Personalización	Bajo	Media	Alto	Media
Exportación a imagen	No	No	Sí	No
Zoom	Sí	Sí	Sí	No

De acuerdo a la información anterior se observa características deseables para la presente aplicación en la API, la cual soporta la generación dinámica de gráficas, animaciones, plantillas de diseño predeterminadas, así como la posibilidad de personalizar las mismas. Además de esto, incluye la posibilidad de realizar acercamientos y/o alejamientos a las gráficas generadas y exportar las mismas a imágenes, las cuales resultan ser opciones con gran potencial para una futura ampliación de la aplicación.

## CAPÍTULO IV – DISEÑO

### 4.1 Casos de Uso

#### 4.1.1 CU No. 1 “Registro de Usuario”

CU No. 1: REGISTRO DE USUARIO	
<b>Propósito</b>	Este caso de uso sirve para almacenar información del usuario así como datos esenciales de su mascota y de su Tarjeta De Adquisición de Datos a fin de proporcionar la cantidad de comida remendada y de establecer la comunicación entre el dispositivo móvil y el dispensador.
<b>Resumen</b>	Obtener información necesaria del usuario para que este pueda comenzar a utilizar la herramienta.
<b>Entradas</b>	Nombre del usuario, nombre de la mascota, tamaño de la mascota, peso de la mascota, horarios de alimentación de la mascota y datos de la conexión.
<b>Salidas</b>	Registro del usuario.
<b>Actor</b>	Usuario.
<b>Precondición</b>	El móvil y la tarjeta deben tener conexión a internet.
<b>Postcondición</b>	La información necesaria se envía correctamente a la tarjeta a fin de proporcionar la cantidad de comida recomendada a las horas deseadas. Registro completo de los campos.
<b>Autor</b>	César Elihú Martínez Carrasco.
<b>Referencias</b>	RB1, RB3, RB4, RF2, RF4, RF5, RN2, RN4.
<b>Tipo</b>	Primario.

Trayectoria Principal		
#	Actor	Sistema
1	Inicia la aplicación o da clic al menú [Registro].	
2		Muestra la pantalla de Registro.
3	Da clic en el campo que desea registrar.	
4		Abre pantalla modal con el campo correspondiente.
5	Requisita la información correspondiente.	
6	Da clic en el botón Aceptar. [Trayectoria A] [Trayectoria B]	
7		Almacena los datos en el dispositivo móvil.
8		En la pantalla de Registro se muestra la información registrada. [Trayectoria C]
9		Envía la información necesaria a la Tarjeta. [Trayectoria D]
<b>FIN</b>		

Trayectoria Alternativa A		
<b>Descripción</b>		El usuario da clic en el botón Cancelar.
<b>Condición</b>		Paso 3 de la Trayectoria Principal.
<b>Punto de Entrada</b>		6
<b>#</b>	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
A1		Regresa al punto 2 de la Trayectoria Principal.

Trayectoria Alternativa B		
<b>Descripción</b>		Los datos de la conexión son incorrectos.
<b>Condición</b>		Paso 3 de la Trayectoria Principal.
<b>Punto de Entrada</b>		6
<b>#</b>	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
B1		Despliega el mensaje “Los datos de la conexión son incorrectos”.
B2	Da clic en aceptar.	
B3		Regresa al punto 2 de la Trayectoria Principal.

Trayectoria Alternativa C		
<b>Descripción</b>		Campos vacíos.
<b>Condición</b>		El usuario no ha introducido información en todos los campos.
<b>Punto de Entrada</b>		8
<b>#</b>	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
C1		Regresa al punto 5 de la Trayectoria Principal.

Trayectoria Alternativa D		
<b>Descripción</b>		Se perdió la conexión a internet del dispensador o del teléfono móvil.
<b>Condición</b>		Paso 9 de la Trayectoria Principal.
<b>Punto de Entrada</b>		9
<b>#</b>	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
D1		Muestra mensaje “No se logró conectar con el dispensador, inténtelo más tarde”
D2		Se cierra la aplicación.

#### 4.1.2 CU No. 2 “Modificación de información del registro”

CU No. 2: MODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE REGISTRO	
<b>Propósito</b>	El principal objetivo de este caso de uso es permitir al usuario modificar el tamaño y peso de su mascota.
<b>Resumen</b>	El usuario podrá modificar toda la información que proporcionó en su registro.
<b>Entradas</b>	Nombre del usuario, nombre de la mascota, tamaño de la mascota, peso de la mascota, horarios de alimentación de la mascota y datos de la conexión.
<b>Salidas</b>	Registro del usuario modificado.
<b>Actor</b>	Usuario.
<b>Precondición</b>	Haber concluido satisfactoriamente el CU No. 1. El móvil y la tarjeta deben tener conexión a internet.
<b>Postcondición</b>	La información modificada se envía a la tarjeta a fin de proporcionar la cantidad de comida recomendada a las horas deseadas.
<b>Autor</b>	César Elihú Martínez Carrasco.
<b>Referencias</b>	RB4, RF2, RF8.
<b>Tipo</b>	Primario.

Trayectoria Principal		
#	Actor	Sistema
1	Inicia la aplicación o da clic al menú [Registro].	
2		Muestra la pantalla de Registro.
3	Da clic en el campo que desea modificar.	
4		Abre pantalla modal con el campo correspondiente.
5	Modifica la información correspondiente.	
6	Da clic en el botón Aceptar. [Trayectoria A] [Trayectoria B]	
7		Modifica los datos en el dispositivo móvil.
8		En la pantalla de Registro se muestra la información modificada.
9		Envía la información necesaria a la Tarjeta. [Trayectoria C] [Trayectoria D]
<b>FIN</b>		

Trayectoria Alternativa A		
<b>Descripción</b>		El usuario da clic en el botón Cancelar.
<b>Condición</b>		Paso 3 de la Trayectoria Principal.
<b>Punto de Entrada</b>		6
#	Actor	Sistema
A1		Regresa al punto 2 de la Trayectoria Principal.

Trayectoria Alternativa B		
<b>Descripción</b>		Los datos de la conexión son incorrectos.
<b>Condición</b>		Paso 3 de la Trayectoria Principal.
<b>Punto de Entrada</b>		6
#	Actor	Sistema
B1		Despliega el mensaje “Los datos de la conexión son incorrectos”.
B2	Da clic en aceptar.	
B3		Regresa al punto 2 de la Trayectoria Principal.

Trayectoria Alternativa C		
<b>Descripción</b>		Campos vacíos.
<b>Condición</b>		El usuario no ha introducido información en todos los campos.
<b>Punto de Entrada</b>		9
#	Actor	Sistema
C1		Regresa al punto 5 de la Trayectoria Principal.

Trayectoria Alternativa D		
<b>Descripción</b>		Se perdió la conexión a internet del dispensador o del teléfono móvil.
<b>Condición</b>		Paso 9 de la Trayectoria Principal.
<b>Punto de Entrada</b>		9
#	Actor	Sistema
D1		Muestra mensaje “No se logró conectar con el dispensador, inténtelo más tarde”.
D2		Se cierra la aplicación.

#### 4.1.3 CU No. 3 “Visualizar Gráfica”

CU No. 3: VISUALIZAR GRÁFICA	
<b>Propósito</b>	Este caso de uso permite al usuario monitorear la cantidad de comida que hay en el contenedor y en el plato de su mascota.
<b>Resumen</b>	Mostrar al usuario los niveles de comida del contenedor y del plato mediante una gráfica.
<b>Entradas</b>	Ninguna.
<b>Salidas</b>	Gráfica.
<b>Actor</b>	Usuario.
<b>Precondición</b>	Haber concluido satisfactoriamente el CU No. 1. El móvil y la tarjeta deben tener conexión a internet.
<b>Postcondición</b>	Ninguna.
<b>Autor</b>	César Elihú Martínez Carrasco.
<b>Referencias</b>	RB4, RF6.
<b>Tipo</b>	Primario.

Trayectoria Principal		
#	Actor	Sistema
1	Da clic al menú [Alimento].	
2		Hace una petición al web service para traer el porcentaje de alimento en el contenedor. [Trayectoria A]
3		Hace una petición al web service para traer el porcentaje de alimento en el plato. [Trayectoria A]
4		Genera la gráfica.
5		Muestra la gráfica en la pantalla “Alimento”.
FIN		

Trayectoria Alternativa A		
	<b>Descripción</b>	No se logró una conexión satisfactoria con la tarjeta.
	<b>Condición</b>	Paso 1 de la Trayectoria Principal.
	<b>Punto de Entrada</b>	2 ó 3.
#	Actor	Sistema
A1		Despliega el mensaje “No hay comunicación con la tarjeta, inténtelo más tarde”.
A2	Da clic en aceptar.	
A3		Regresa a la ventana de Registro.

## 4.2 Pantallas de la Aplicación

En esta sección se muestran las pantallas que la aplicación móvil ofrece al usuario, además de una explicación acerca de la funcionalidad de los componentes con los que cuenta cada una de ellas.

### 4.2.1 Configuración Inicial

**Objetivo:** Almacenar información del usuario así como datos esenciales de su mascota y de su Tarjeta De Adquisición de Datos a fin de proporcionar la cantidad de comida recomendada y de establecer la comunicación entre el dispositivo móvil y el dispensador.

**Diseño:** En la parte superior de la pantalla se encuentra el título de la Aplicación además de los escudos de la Institución como se aprecia en la Figura 25. En la parte central de la pantalla se muestra un formulario dividido en dos secciones: “Información Personal”, “Información de la conexión”. La parte inferior de la pantalla muestra el menú de la aplicación.

#### Entradas:

- ✓ **Nombre:** El usuario selecciona el campo nombre y registra su nombre en la ventana modal.
- ✓ **Id de la SparkCore:** El usuario selecciona el campo correspondiente y registra el Id de la Tarjeta.
- ✓ **AccessToken de la SparkCore:** El usuario selecciona el campo correspondiente y registra el AccessToken de la Tarjeta.
- ✓ **Nombre de la mascota:** El usuario selecciona el campo correspondiente y registra el nombre de su mascota.
- ✓ **Tamaño de la mascota:** El usuario selecciona el campo correspondiente y registra el tamaño de su mascota.
- ✓ **Peso de la mascota:** El usuario selecciona el campo correspondiente y registra el peso de su mascota.
- ✓ **Primer comida del día:** El usuario selecciona el campo correspondiente y registra la hora en la cual se le dispensará el primer alimento a su mascota.
- ✓ **Segunda comida del día:** El usuario selecciona el campo correspondiente y registra la hora en la cual se le dispensará el segundo alimento a su mascota.

#### Salidas:

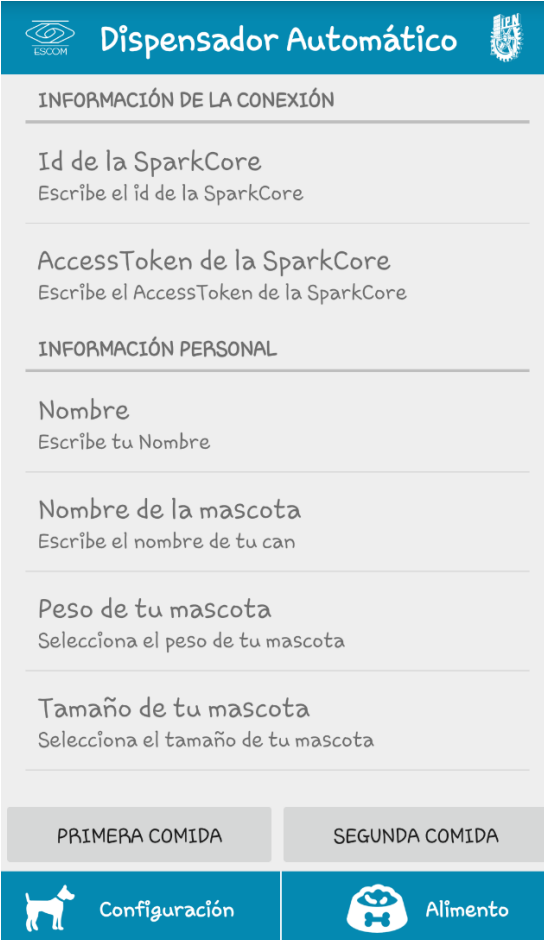
- ✓ Registro del usuario.

#### Comandos:

- ✓ **Alimento:** Al seleccionarlo cambiará el contenido de la parte central de la pantalla, siendo reemplazada la pantalla de “Configuración Inicial” por “Niveles de Comida”.



El botón de alimento no reemplazará la pantalla hasta que se haya registrado el usuario satisfactoriamente.



ESCOM **Dispensador Automático**

INFORMACIÓN DE LA CONEXIÓN

Id de la SparkCore  
Escribe el id de la SparkCore

AccessToken de la SparkCore  
Escribe el AccessToken de la SparkCore

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombre  
Escribe tu Nombre

Nombre de la mascota  
Escribe el nombre de tu can

Peso de tu mascota  
Selecciona el peso de tu mascota

Tamaño de tu mascota  
Selecciona el tamaño de tu mascota

PRIMERA COMIDA      SEGUNDA COMIDA

Configuración      Alimento

Figura 25. Pantalla "Configuración"

#### 4.2.2 Niveles de Comida

**Objetivo:** Permitir al usuario monitorear la cantidad de comida que hay en el contenedor y en el plato de su mascota.

**Diseño:** En la parte superior de la pantalla es posible visualizar el título de la Aplicación así como los escudos de la Institución. En la parte central de la pantalla se muestra la gráfica correspondiente a los niveles de comida como se aprecia en la Figura 26, donde la barra izquierda corresponde al porcentaje de alimento en el contenedor y la barra derecha al porcentaje de alimento en el plato de la mascota, el 100% de este segundo porcentaje corresponde al máximo de la cantidad de alimento recomendado para la mascota de acuerdo a la Tabla 5. La parte inferior de la pantalla muestra el menú de la aplicación.

**Salidas:**

- ✓ Gráfica.



### Comandos:

- ✓ **Configuración:** Al seleccionarlo cambiará el contenido de la parte central de la pantalla, siendo reemplazada la pantalla de “Niveles de Comida” por “Configuración Inicial”.

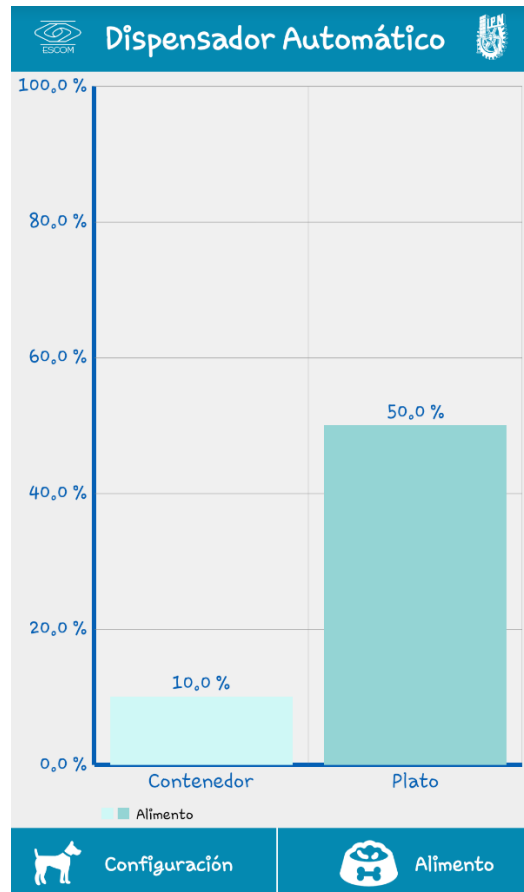


Figura 26. Pantalla "Niveles de Comida"

### 4.3 Diagramas de Secuencia

En esta sección se muestran los diagramas de secuencias correspondientes al:

- ✓ Caso de Uso 1 “Registro De Usuario”.
- ✓ Caso de Uso 2 “Modificación De La Información De Registro”.
- ✓ Caso de Uso 3 “Visualizar Gráfica”.

En la Figura 27, Figura 29 y Figura 31 respectivamente.

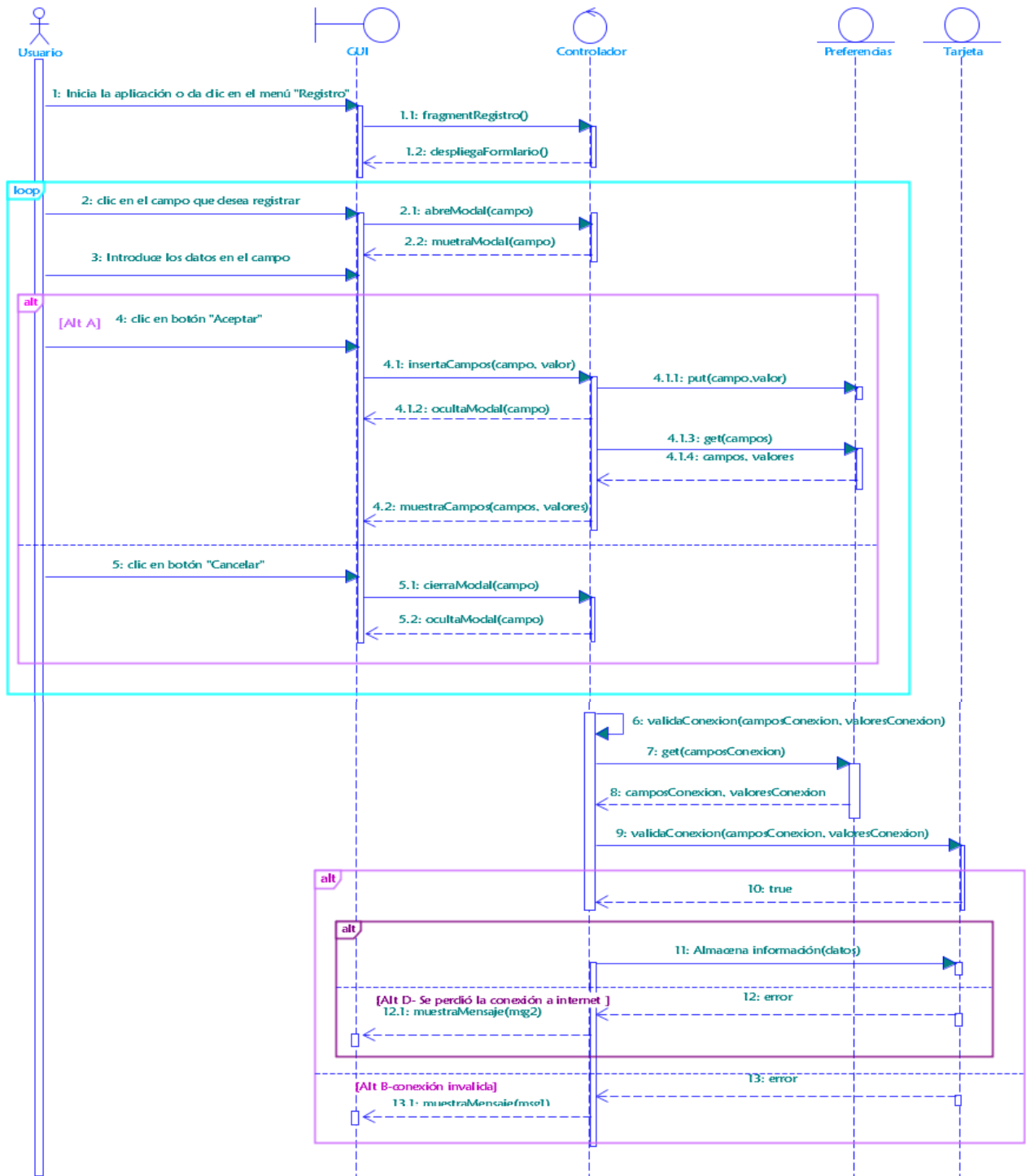


Figura 27. Diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 1



Figura 28. Mensajes del diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 1

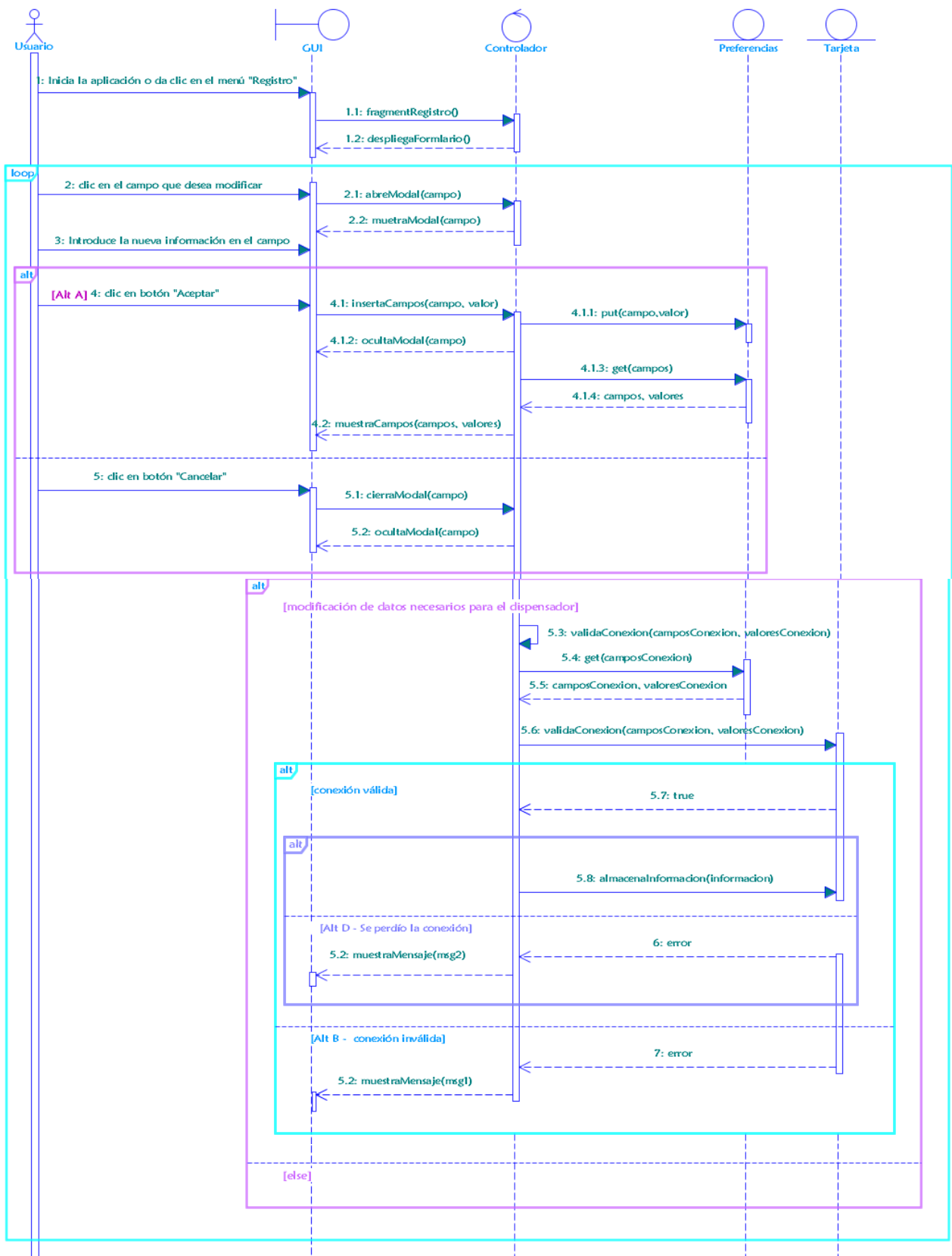


Figura 29. Diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 2

msg1: Los datos de la conexión son incorrectos.

msg2: No se logró conectar con el dispensador, inténtelo más tarde.

Figura 30. Mensajes del diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 2

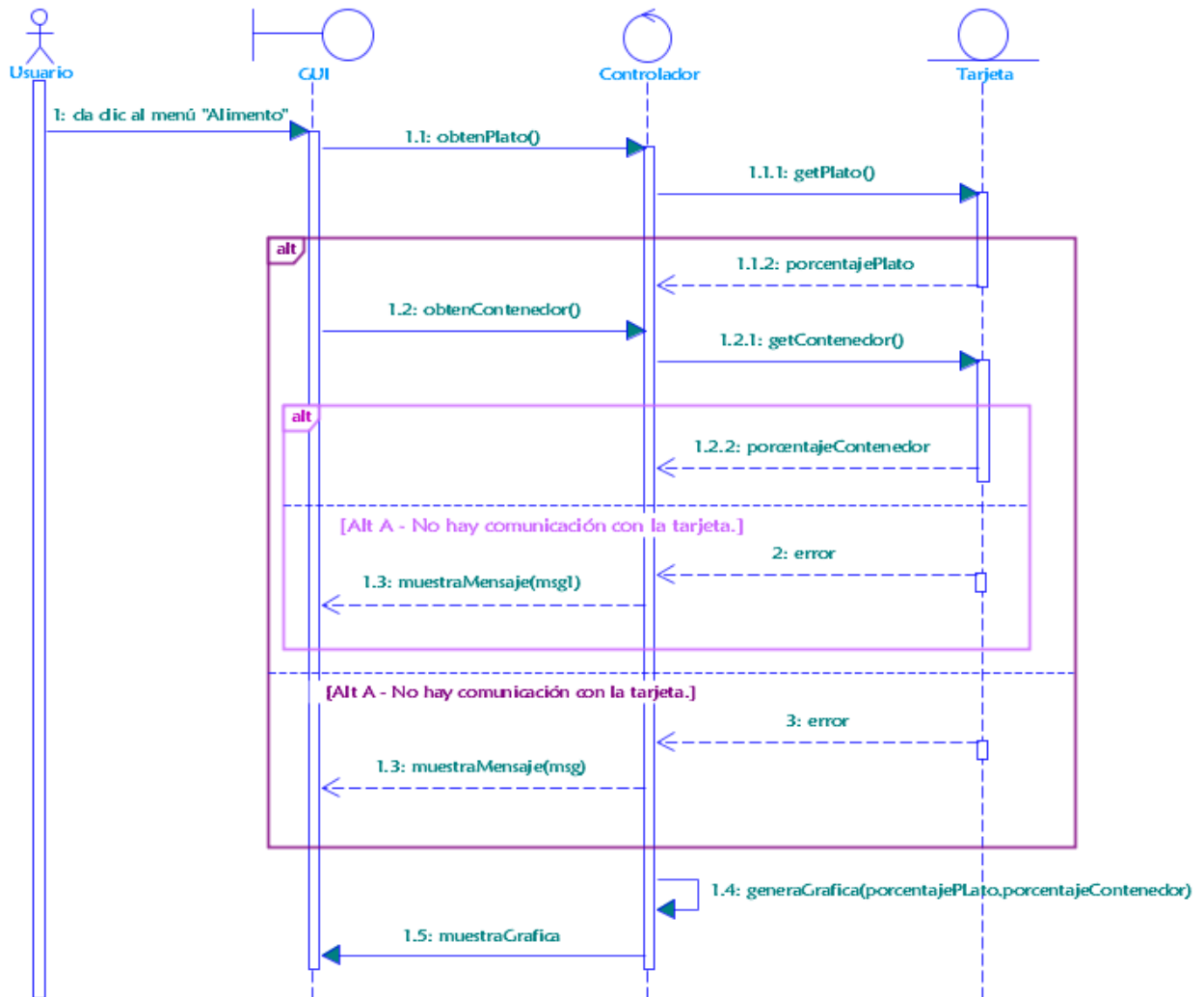


Figura 31. Diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 3

msg: No se logró conectar con el dispensador, inténtelo más tarde.

Figura 32. Mensaje del diagrama de secuencia correspondiente al CU No. 3

#### 4.4 Diagrama de Clases

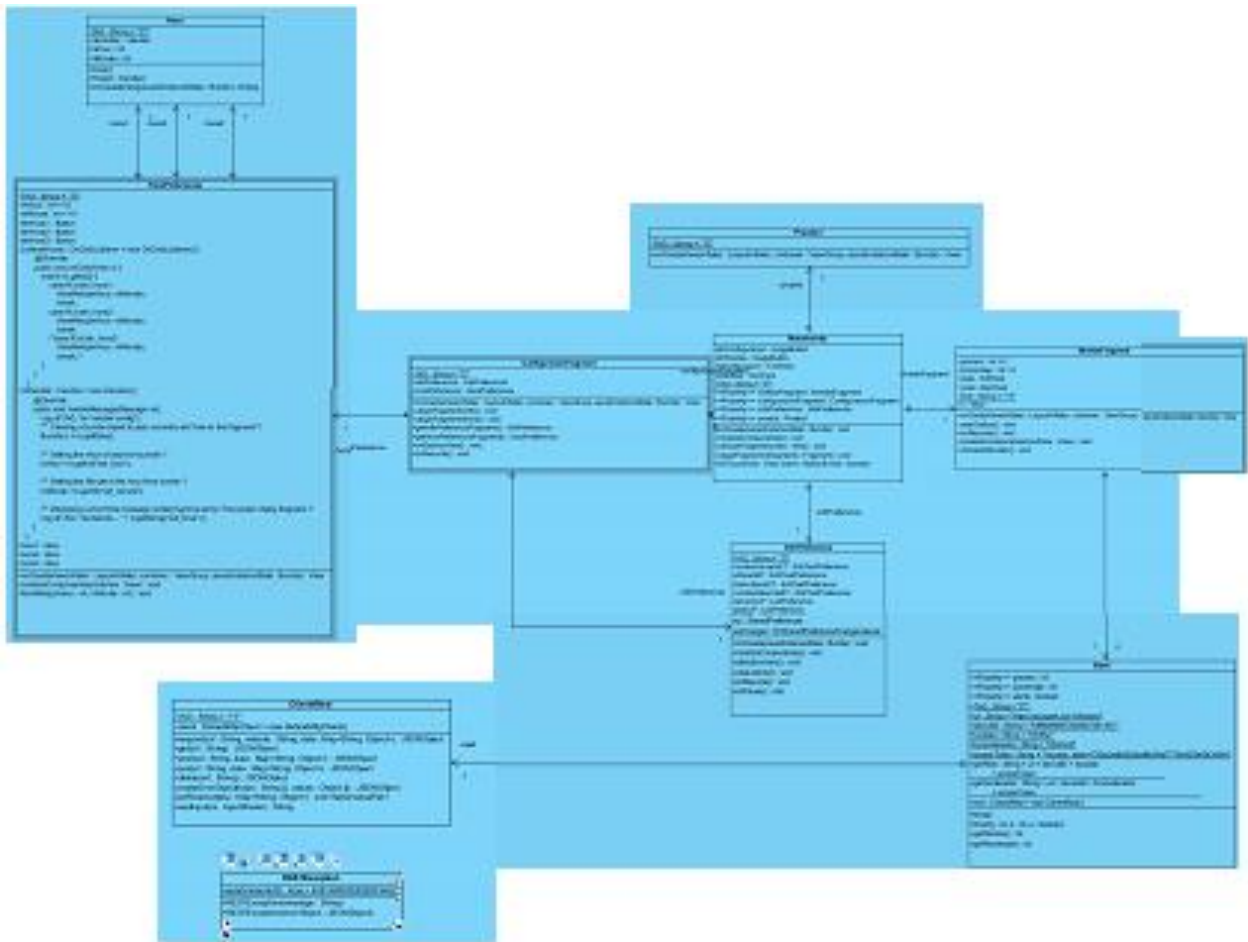


Figura 33. Diagrama de Clases

#### 4.5 Diagramas de máquina de estados

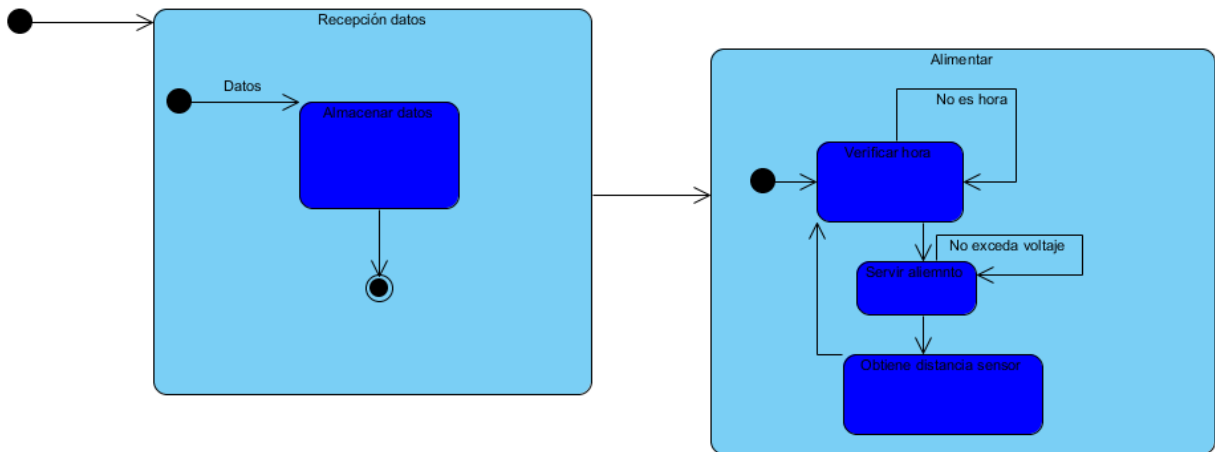


Figura 34. Diagrama de estados de maquina general

## CAPÍTULO V – IMPLEMENTACIÓN

### 5.1 Dispensador Automático

Al inicio del proyecto se consideró la adquisición de un dispensador de alimento convencional, es decir, sin ningún tipo de automatización, para ser usado como base en la implementación del presente Trabajo Terminal. Fue necesario considerar la inclusión de un contenedor adecuado de comida seca, así como su capacidad máxima de alimento resultando en la adquisición del dispensador que se muestra en la Figura 35 con las siguientes características:

<b>Capacidad</b>	<b>8 Kilogramos</b>
<b>Alto</b>	49 cm
<b>Largo</b>	43 cm
<b>Ancho</b>	25.5 cm



<b>Capacidad</b>	<b>8 Kilogramos</b>
<b>Alto</b>	49 cm
<b>Largo</b>	43 cm
<b>Ancho</b>	25.5 cm

Figura 35. Dispensador original a) Vista frontal. b) Vista lateral.

A fin de propiciar un flujo adecuado de alimento a través del dispensador, fue necesario realizar diversos ajustes.

El contenedor de alimento fue reposicionado colocándole una base de melamina a fin de brindarle mayor altura para aprovechar la fuerza de gravedad en la caída de croquetas, al mismo tiempo se obtiene un espacio suficiente para colocar la tarjeta de adquisición de datos y un conducto de PVC que se detallarán más adelante.



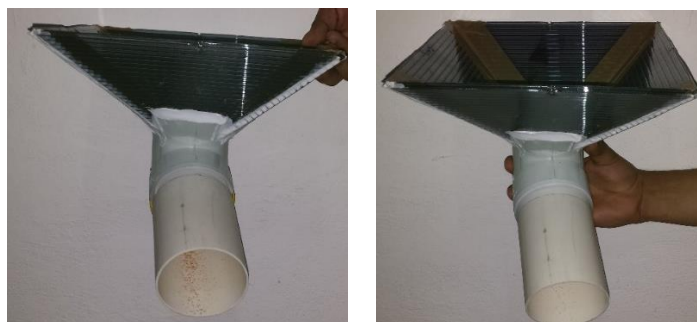
**Figura 36. Contenedor con base de melamina.**

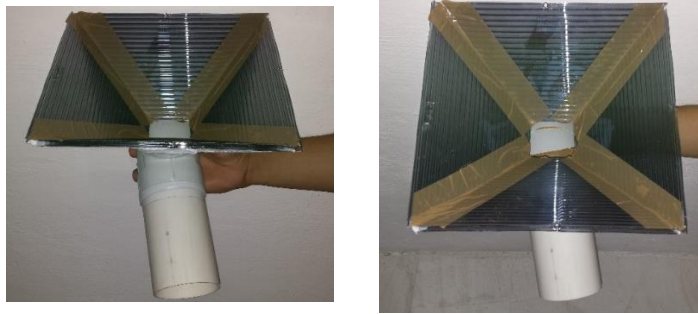
Las dimensiones de la base son:

<b>Alto</b>	78.5 cm
<b>Largo</b>	30 cm
<b>Ancho</b>	30 cm

Durante pruebas realizadas con el contenedor de alimento conectado directamente a un tubo de PVC se observó que el flujo de comida no era continuo, por lo cual se decidió adaptar un embudo de policarbonato en forma piramidal para evitar el atascamiento de comida en la apertura del contenedor. Al mismo tiempo se obtuvo una mejor conexión entre el embudo y el tubo de PVC el cual es encargado de direccionar las croquetas al plato del perro.

En la Figura 37 se puede observar el embudo con el tubo de PVC en diferentes ángulos.





**Figura 37. Embudo de policarbonato con tubo de PVC.**

### 5.1.1 Servomotor

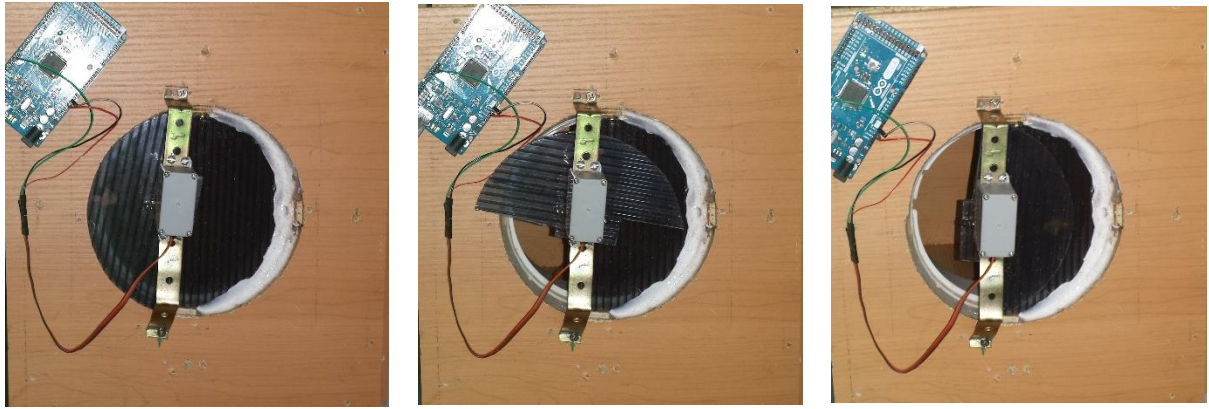
En la Figura 38 se puede observar el servomotor colocado entre el contenedor de comida y el embudo con el objetivo de permitir el flujo de croquetas mediante el torque de un disco de policarbonato. El motor cuenta con terminales para ser alimentado mediante la tarjeta, la cual a su vez se alimentará con una conexión a una toma de corriente convencional.



**Figura 38. Servomotor incorporado a la base del contenedor.**

En la Figura 39 se puede observar la vista inferior del contenedor de alimento a fin de mostrar distintos ángulos de apertura del disco de policarbonato con la ayuda del servomotor. Este comportamiento nos servirá en etapas posteriores del proyecto en las que será necesario indicar el ángulo y tiempos de apertura a fin de proporcionar la comida a decuada a la mascota.





**Figura 39. Ejemplo de ángulos de apertura mediante el servomotor.**

Con la integración de los componentes anteriormente mencionados, se obtiene el dispensador que se muestra en la Figura 40.



**Figura 40. Contenedor de alimento con embudo, tubo de PVC y servomotor.**

La integración del dispensador mostrado en la Figura 40 también muestra un espacio en donde se colocará el plato de la mascota, logrando transportar las croquetas del contenedor de comida a través del embudo de policarbonato al tubo de PVC para finalizar en el plato del perro. Actualmente el dispensador tiene las siguientes medidas:

<b>Alto</b>	78.5 cm
<b>Largo</b>	56.5 cm
<b>Ancho</b>	30 cm

La selección del motor se realizó con base en las características eléctricas de alimentación así como la posibilidad de controlar el ángulo de apertura además del tiempo que dura la misma. En la Figura 41 se ve la conexión del servomotor con la tarjeta de adquisición de datos, la alimentación del servomotor se toma externa debido a que requiere 5 volts y la tarjeta solo proporciona 3.3 volts.

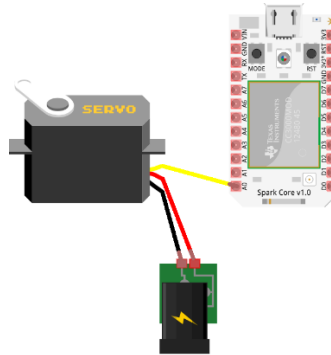


Figura 41. Conexión servomotor

El servomotor trabaja de la siguiente forma. La tarjeta verifica que sea la hora programada para comer, en cuando llegue dicha hora la tarjeta procede a dar la instrucción al servo que abra el ángulo correspondiente con el tamaño y peso del can, en paralelo estará monitoreando el peso del plato con ayuda de la celda de carga, con la finalidad de saber en qué momento debe de dar la instrucción de que el motor se cierre.

### 5.1.2 Celda de carga

En la Figura 42 se ve el sensor que se utiliza para obtener la cantidad de alimento en el plato basado en el peso del mismo. Como se mencionó en el Marco Teórico la celda de carga contiene un puente de Wheatstone el cual nos regresará una señal positiva y otra negativa. Para poder obtener el dato en la tarjeta de adquisición se acondiciono el sensor con el INA122, este amplificador de instrumentación recibe dos señales una positiva y otra negativa y obtenemos una sola señal analógica que la tarjeta puede obtener y transformarla a digital, para posteriormente trabajar con ella luego se procede a la calibración de dicha celda de carga. En la Figura 43 podemos observar el circuito que utilizamos para obtener el voltaje en el sensor.

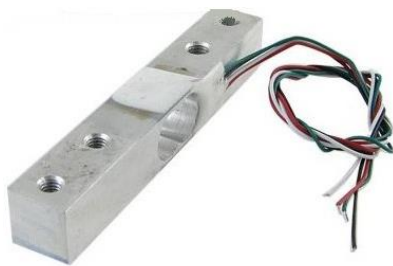


Figura 42. Celda de carga

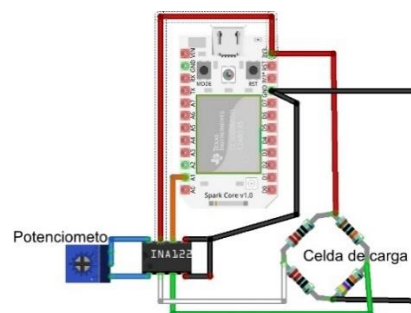
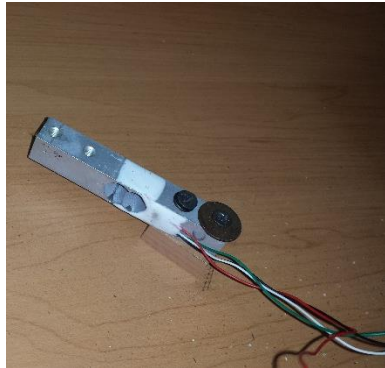
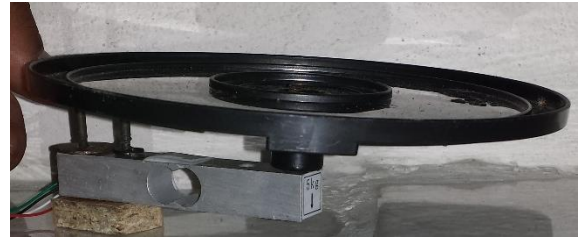


Figura 43. Circuito celda de carga

La celda se integró al dispensador como observa en la Figura 44 posteriormente se realizó una base de policarbonato para colocar el plato sobre ella (ver Figura 45) y así ejercer la fuerza de deformación que la celda de carga requiere.



**Figura 44. Celda de carga en el dispensador**



**Figura 45. Celda de carga con la base para el plato**

La selección de dicho sensor se debe a la precisión que proporciona en las mediciones así mismo cumple con los requerimientos del proyecto permitiendo medir desde 0 gramos hasta los 5kg rango que cubre con la cantidad mínima y la máxima de alimentación que se muestra en la Tabla 5. Aunado a esto, la celda tiene la posibilidad de alimentarse en un rango de 3 a 12 Volts lo cual resulta conveniente ya que se podrá alimentar directamente con el voltaje proporcionado por la tarjeta de adquisición.

### 5.1.3 Sensor Ultrasónico

En la Figura 46 se aprecia el sensor ultrasónico que se utilizará en el proyecto, el modelo de dicho sensor es el HC-SR04. Es un sensor que cuenta con un emisor y receptor, el sensor se puede alimentar con 4.5 volts hasta 5.0 volts, consume una corriente de 10 mA, el rango que tiene de medición es de los 3 cm hasta los 5 m. El sensor se seleccionó debido a dichas especificaciones, otras de las razones es su ángulo para obtener la distancia como vemos en la Figura 47, el cual es de 15°, esto quiere decir que detecta objetos en un rango de 30°, 15° hacia la derecha e izquierda.



Figura 46. Sensor ultrasónico

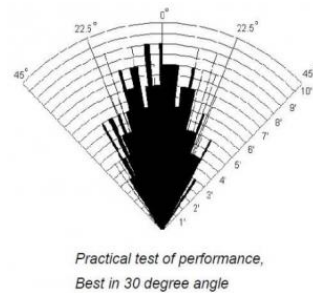


Figura 47. Ángulo de trabajo del sensor ultrasónico

En la Figura 48 observamos el sensor colocado en el dispensador, con la finalidad de obtener la cantidad de croquetas que hay en el contenedor. Se tuvo que fijar en la parte de arriba del contenedor y hacer orificios para que los pines salieran y poder colocar los cables de la alimentación y de las señales de los pulsos, después de soldar y fijar el sensor se procedió a introducir los cables en termofit como se observa en la Figura 49, con la finalidad de tener los cables ordenados y darle una adecuada presentación al dispensador. Se requirió realizar un orificio en la melamina a fin de conectar el sensor a la tarjeta de adquisición de datos así mismo energizarlo con la fuente de alimentación.



Figura 48. Sensor ultrasónico colocado en contenedor



Figura 49. Cable del sensor ultrasónico forrado con termofit

En la Figura 50 vemos la conexión del sensor ultrasónico con la Spark Core para obtener la distancia. Como se aprecia en ella la alimentación de sensor se obtiene de manera externa, la cual va ir conectado hacia un eliminador a la corriente eléctrica.

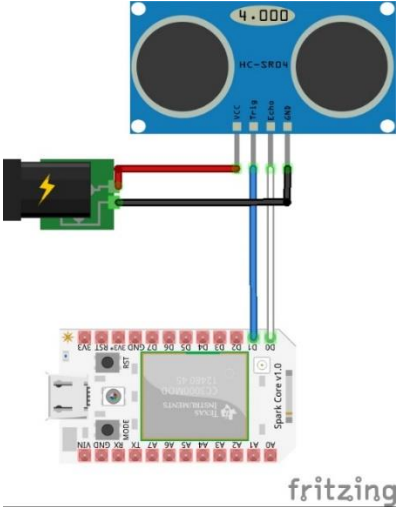


Figura 50. Conexión del sensor ultrasónico con la tarjeta

### 5.1.4 Spark Core

En la Figura 51 se observa la conexión de los sensores así como el servomotor junto con la alimentación externa que se utilizará.

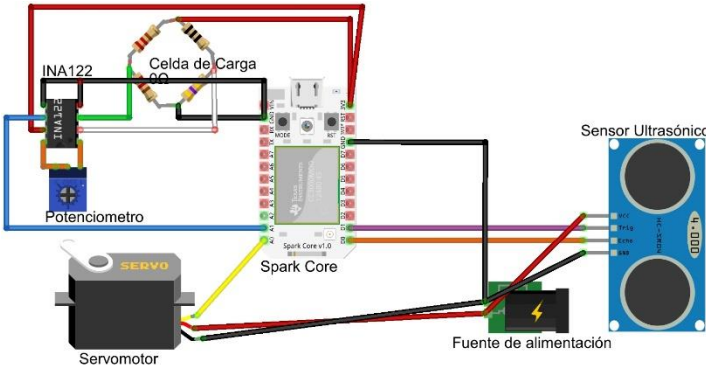


Figura 51. Spark Core conexión general

La Spark Core recibe los datos que son indispensables para su funcionamiento como el tamaño del can, su peso y las horas en las que se alimentará.

#### 5.1.4.1 Obtención de la cantidad de alimento en el contenedor

El sensor ultrasónico devuelve a la tarjeta de adquisición la cantidad en centímetros de la comida que se encuentra en el contenedor, es decir devuelve 36 cm cuando el contenedor se encuentra vacío y 3 cm cuando se encuentra lleno. La aplicación móvil requiere de un porcentaje de alimento en el contenedor a fin de graficarlo correctamente, por lo cual se requirió realizar una conversión de centímetros a porcentaje.

Se sabe que 3 cm es el 100% y 36cm es 0%, sin embargo se necesita realizar un corrimiento a los rangos para desplazar el rango superior a 0cm así mismo al rango inferior se le debe aplicar el mismo desplazamiento, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}3 \text{ cm} - W &= 0 \text{ cm} \\ W &= 3 \text{ cm}\end{aligned}$$

Por lo cual el desplazamiento será de 3cm para el rango superior e inferior. Por ejemplo si el sensor ultrasónico obtuviera una medición de 23cm:

$$\begin{aligned}3 \text{ cm} - W &= 0 \text{ cm} \\ 36 \text{ cm} - W &= 33 \text{ cm}\end{aligned}$$

Ahora invertimos los valores, esto quiere decir que:

$$\begin{aligned}33 \text{ cm} &= 100\% \\ 0 \text{ cm} &= 0\%\end{aligned}$$

Y al valor que se obtiene del sensor ultrasónico se le debemos aplicar el mismo corrimiento  $W$ .

$$23\text{cm} - W = X$$

Sustituyendo  $W$ :

$$23\text{cm} - 3\text{cm} = 20\text{cm}$$

A continuación se tiene que invertir su valor:

$$33\text{cm} - X = X'$$

Sustituyendo  $X$ :

$$33\text{cm} - 20\text{cm} = 13 \text{ cm}$$

Para finalizar se realiza una conversión de centímetros a porcentaje:

$$\frac{X' * 100}{33} = X'' \%$$

Sustituyendo  $X'$ :

$$\frac{13 \text{ cm} * 100 \%}{33 \text{ cm}} = 39.39\%$$

Obteniendo un 39.39% que se enviará a la aplicación móvil. Cada que la aplicación requiera del porcentaje de alimento en el contenedor se realizará el procedimiento anteriormente descrito.

#### 5.1.4.2 Obtención de la cantidad de alimento en el plato

La Spark Core obtiene la cantidad de alimento en el plato por medio de la celda de carga, la cual regresa un voltaje dependiendo del peso que contenga dicho plato. Sin embargo la aplicación móvil requiere de un porcentaje a fin de graficar la cantidad de alimento que contiene el plato, por lo cual se realiza una conversión de voltaje a porcentaje tomando en cuenta la Tabla 9, la cual muestra el voltaje correspondiente al plato lleno de acuerdo al peso de cada mascota.

**Tabla 9. Voltajes equivalentes a la proporción requerida**

Peso (Kg)	Voltaje
0.5 – 2.5	0.84
2.5 – 5	0.89
5 – 10	0.95
10 – 15	1.01
15 – 20	1.08
20 – 25	1.16
25 – 30	1.17
30 – 40	1.26
40 – 50	1.36
50 – 60	1.46
60 – 70	1.53

Si consideramos que el peso de la mascota se encuentra entre el rango 5-10 Kg el voltaje 0.76 V corresponde al 100% de acuerdo a la tabla y el voltaje obtenido de la celda de carga es 0.63 se realiza el siguiente procedimiento:

$$\frac{0.63 \text{ V} * 100 \%}{0.95 \text{ V}} = 66.31 \%$$

Considerando el ejemplo anterior, la Spark Core le enviaría 82.89% a la aplicación móvil para su correcta graficación.

$$X\% = \frac{(0.92 \text{ V} - 0.68 \text{ V}) * 100\%}{0.33 \text{ V}}$$

### 5.1.4.3 Proceso de alimentación

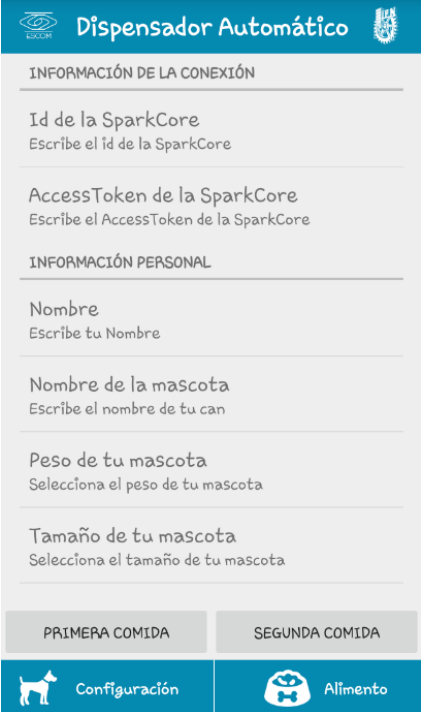
Cuando sea la hora de comer de la mascota, la Spark Core activa el servomotor para abrirlo en un ángulo específico mientras el plato no alcance el voltaje requerido que se muestra en la Tabla 9. Esto quiere decir que la Spark Core obtiene constantemente el peso del plato para saber cuándo debe solicitar al servomotor que detenga la caída de alimento.

Después de dispensar el alimento la Spark Core obtiene el porcentaje de croquetas que se encuentran en el contenedor a fin de actualizar la variable que contiene dicha información y de este modo cuando la aplicación móvil requiera el porcentaje ya estará cargado previamente en la variable, así mismo si la Spark Core detecta que el porcentaje es menor al 10% enviará automáticamente una alerta a la aplicación móvil indicando al usuario que debe rellenar el contenedor de alimento.

## 5.2 Aplicación Móvil

En esta sección se mostrará el funcionamiento de la aplicación móvil a través de las distintas operaciones funcionales con las que cuenta.

Como se aprecia en la Figura 52, en la primera ejecución de la aplicación se muestra el formulario de la pantalla “Configuración” indicándole al usuario los campos necesarios a registrar para su adecuado funcionamiento.



The screenshot shows a mobile application interface for a pet feeder. At the top, there is a blue header with the text "Dispensador Automático" and a small logo on the right. Below the header, the screen is divided into sections. The first section is titled "INFORMACIÓN DE LA CONEXIÓN" and contains two input fields: "Id de la SparkCore" with the instruction "Escribe el id de la SparkCore" and "AccessToken de la SparkCore" with the instruction "Escribe el AccessToken de la SparkCore". The second section is titled "INFORMACIÓN PERSONAL" and contains four input fields: "Nombre" with the instruction "Escribe tu Nombre", "Nombre de la mascota" with the instruction "Escribe el nombre de tu can", "Peso de tu mascota" with the instruction "Selecciona el peso de tu mascota", and "Tamaño de tu mascota" with the instruction "Selecciona el tamaño de tu mascota". At the bottom of the screen, there are two buttons: "PRIMERA COMIDA" and "SEGUNDA COMIDA". Below these buttons, there is a navigation bar with two icons: a dog icon labeled "Configuración" and a bowl icon labeled "Alimento".

Figura 52. Pantalla de Configuración.



El usuario selecciona el campo “Id de la SparkCore” y registra el identificador único de la Tarjeta de Adquisición de Datos la cual es posible proporcionar al usuario junto con el dispensador automático. Como se aprecia en la Figura 53 la información registrada por el usuario se actualiza en la pantalla de “Configuración”

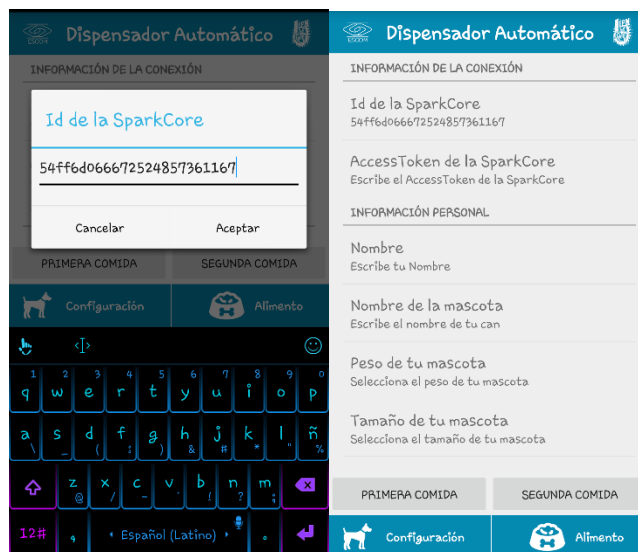


Figura 53. Ejemplo de registro "Id de la Spark Core".

Posteriormente el usuario selecciona el campo “Access Token de la SparkCore” y registra la información correspondiente, al igual que el campo anterior es un dato propio de la Tarjeta de Adquisición el cual es posible proporcionar al usuario junto con el dispensador automático. Dicho proceso se aprecia en la Figura 54.

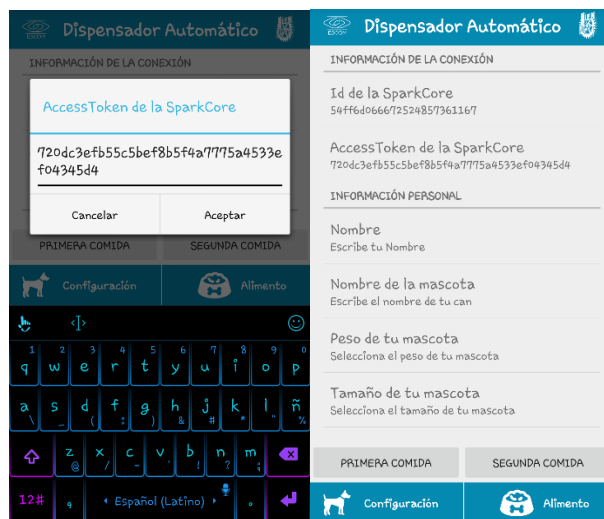


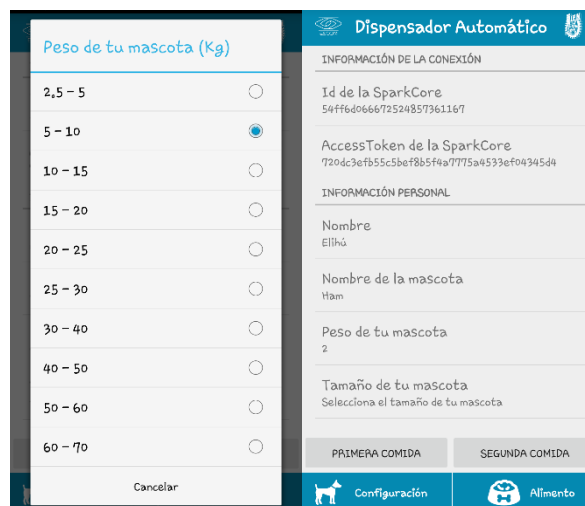
Figura 54. Ejemplo de registro "Access Token de la Spark Core"

En la sección “Información personal” el usuario selecciona el campo “Nombre” e introduce su nombre en el campo así mismo selecciona el campo “Nombre de la mascota” e introduce el nombre de su mascota a la cual se le dispensará el alimento. Esto se aprecia en la Figura 55.



**Figura 55. Ejemplo de registro de los campos "Nombre" y "Nombre de la mascota"**

A continuación el usuario selecciona el campo “Peso de tu mascota” y elige la opción que corresponda al peso de su mascota en kilogramos como se aprecia en la Figura 56.



**Figura 56. Ejemplo de registro del campo "Peso de tu mascota"**

Posteriormente el usuario selecciona el campo “Tamaño de tu mascota” y elige la opción correspondiente al tamaño de la raza de la mascota como se aprecia en la Figura 57.



Figura 57. Ejemplo de registro del campo "Tamaño de tu mascota"

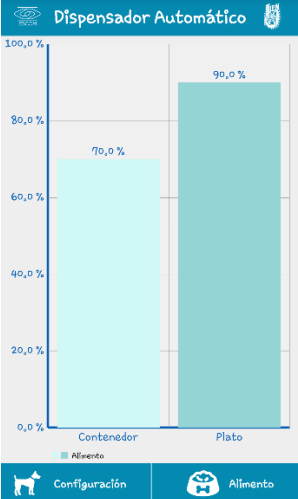
Para finalizar el registro, el usuario selecciona el botón “Primera comida” y registrará la hora en la cual se dispensará diariamente el primer alimento a la mascota. De igual forma, se selecciona botón “Segunda comida” y se fija la hora en la cual se dispensara el segundo alimento, dicho proceso se aprecia en la Figura 58.



Figura 58. Ejemplo de registro de los horarios de comida de la mascota.

Esta información puede ser modificada en cualquier momento por el usuario si este así lo requiere, dirigiéndose a la pestaña “Configuración” del menú de la aplicación y contando con una conexión a internet. Esta actualización de información resulta útil especialmente en el caso en el que la mascota se desarrolla y a su vez entra en una categoría de acuerdo a la Tabla 5.

Una vez finalizado el registro, el usuario puede dirigirse a la ventana “Alimento”, en la cual el controlador realiza dos peticiones REST a la tarjeta para obtener los niveles de alimento del contenedor y del plato a fin de generar la gráfica correspondiente en la aplicación móvil. Un ejemplo de dicha pantalla se aprecia en la Figura 59.



**Figura 59. Ejemplo de ventana de "Niveles de Comida"**

## CAPÍTULO VI - PRUEBAS

---

### 6.1 Detección de peso adecuado

<b>Código de Prueba:</b>	<b>Detección_de_peso</b>	<b>Fecha:</b>	30 /05/2015
<b>Título de Prueba:</b>	Obtención del porcentaje de comida en el plato.		
<b>Verificación de los siguientes requerimientos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ RNF9: El plato del dispensador contará con un sensor que le permita saber cuándo no debe volver a enviarle comida.</li><li>✓ RNF8: El dispensador contará con un sensor que monitoreará la cantidad de alimento en el contenedor.<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar prueba de porcentaje de comida considerando una mascota de 7 kg.</li><li>• Realizar prueba de porcentaje de comida considerando una mascota de 18 kg.</li></ul></li></ul>			
<b>Entorno de prueba:</b>	Un plato de 236 gramos se encuentra sobre la celda de carga, la cual se encuentra fija al dispensador.		
<b>Objetivo del escenario de prueba:</b>	Verificar que la celda de carga se encuentre calibrada correctamente a fin de cumplir con los requerimientos previamente establecidos.		

Id	Acciones	Resultados	Comentarios
<b>Realizar prueba de porcentaje de comida considerando una mascota de 7 kg.</b>			
1	Colocar 180gr de croquetas en el plato.		
2	Medir el voltaje entregado por el sensor con un voltímetro.	El voltímetro muestra .85v	
3	Medir el voltaje entregado por el sensor con la Spark Core.	La terminal de la Spark Core muestra .95v	El voltaje que se obtiene en el Spark Core presenta décimas diferentes con respecto al voltímetro.
4	La Spark Core convierte el voltaje obtenido en porcentaje.	El porcentaje calculado es: 100%	Dado que la mascota se encuentra en el 3° rango de la Tabla 5, 180 gr corresponden a la máxima cantidad que puede tener el plato.
5	Colocar 65gr de croquetas en el plato.	El voltaje que se obtuvo fue de 0.745 V.	
6	La Spark Core convierte el voltaje a porcentaje.	Al obtener el porcentaje nos dio un porcentaje del 79.25%	
<b>Realizar prueba de porcentaje de comida considerando una mascota de 18 kg</b>			
7	Colocar 250gr de croquetas en el plato.		
8	Medir el voltaje entregado por el sensor con un voltímetro.	El voltímetro muestra .91v	
9	Medir el voltaje entregado por el sensor con la Spark Core.	La terminal de la Spark Core muestra 1.01v	
10	La Spark Core convierte el voltaje obtenido en porcentaje.	El porcentaje calculado es: 100%	Dado que la mascota se encuentra en el 6° rango de la Tabla 5, 250 gr corresponden a la máxima cantidad que puede tener el plato.
11	Colocar 180 gr de croquetas en el plato.	El voltaje obtenido por la Spark Core es de 0.95.	
12	La Spark Core convierte el voltaje a porcentaje.	El porcentaje calculado es: 94.05%	

## 6.2 Detección de comida en contenedor

<b>Código de Prueba:</b>	<b>Detección_del_contenedor</b>	<b>Fecha:</b>	30 /05/2015
<b>Título de Prueba:</b>	Obtención del porcentaje de comida en el contenedor.		
<b>Verificación de los siguientes requerimientos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RF6: La aplicación móvil monitoreará la cantidad de alimento en el dispensador.</li> <li>• Realizar prueba de porcentaje con el contenedor lleno.</li> <li>• Realizar prueba de porcentaje con el contenedor a la mitad.</li> <li>• Realizar prueba de porcentaje cuando el contenedor tiene una cuarta parte de su capacidad.</li> <li>• Realizar prueba de porcentaje con el contenedor vacío.</li> </ul>			
<b>Entorno de prueba:</b>	El sensor se integró al contenedor		
<b>Objetivo del escenario de prueba:</b>	Verificar el correcto funcionamiento del sensor ultrasónico y del procedimiento de conversión de distancia a porcentaje.		

<b>Id</b>	<b>Acciones</b>	<b>Resultados</b>	<b>Comentarios</b>
<b>Realizar prueba de porcentaje con el contenedor lleno.</b>			
<b>1</b>	El contenedor está vacío.	La distancia que nos proporciona el sensor es la correcta.	
<b>2</b>	El contenedor tiene un cuarto de su capacidad.	El sensor nos continúa proporcionando la distancia correcta.	
<b>3</b>	El contenedor se encuentra a la mitad.	Distancia correcta.	
<b>4</b>	Contenedor lleno	La información proporcionada fue la correcta en todas las medidas.	

### 6.3 Comunicación de la tarjeta con la aplicación móvil

<b>Código de Prueba:</b>	<b>Comunicación_Tarjeta_Aplicación</b>	<b>Fecha:</b>	30 /05/2015
<b>Título de Prueba:</b>	Verificar la comunicación entre la tarjeta y la aplicación móvil		
<b>Verificación de los siguientes requerimientos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RF5: La aplicación móvil establecerá la conexión con el dispensador a través de una configuración inicial. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la correcta sincronización entre aplicación y tarjeta.</li> </ul> </li> <li>✓ RF6: La aplicación móvil monitoreará la cantidad de alimento en el dispensador. <ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación recibirá los valores de los sensores.</li> </ul> </li> <li>✓ RNF11: La aplicación móvil deberá poseer conexión a la red cada que se utilice. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que el móvil se conecte y desconecte de internet.</li> </ul> </li> </ul>			
<b>Entorno de prueba:</b>	Tarjeta y dispositivo móvil conectados a diferentes redes wifi.		
<b>Objetivo del escenario de prueba:</b>	Verificar la correcta conexión entre la aplicación móvil y la tarjeta.		



<b>Id</b>	<b>Acciones</b>	<b>Resultados</b>	<b>Comentarios</b>
<b>Aplicación móvil por primera vez</b>			
<b>1</b>	Iniciar la aplicación móvil.	La aplicación móvil muestra la ventana de configuración	
<b>2</b>	Se llena el formulario	Los campos ID de la Spark se envían a la Spark Core. SE muestra mensaje de id o acces token incorrecto	
		Se muestra la pantalla de configuración de nuevo.	
		La aplicación móvil nos indica que fue exitosa la conexión.	
	Le da clic en el botón alimento.	La aplicación móvil muestra los porcentajes recibidos de la Spark Core en una gráfica.	Los niveles alimento corresponde a la gráfica generada.
<b>Consultar niveles de alimento</b>			
<b>3</b>	Realizar petición a la tarjeta.	En la aplicación móvil se logró ver los valores de los sensores	
<b>Reconexión de la aplicación móvil con la tarjeta.</b>			
<b>4</b>	Conectar, desconectar y volver a conectar la aplicación móvil a internet.	La reconexión fue correcta.	

# CONCLUSIONES

---

## 7.1 Conclusiones

Al haber finalizado el presente Trabajo Terminal Remedial se puede concluir que de acuerdo a nuestra investigación, que existen diferentes factores a considerar en la alimentación de nuestras mascotas. Factores como el tamaño, el peso, el estado de salud y la edad resultan cruciales para un cuidado adecuado.

Se puede apreciar que para la adecuación del dispensador se debe prestar especial atención al motor que permite el flujo del alimento. Es el control de este motor el que brinda gran flexibilidad al momento de dispensar las croquetas, pues gracias a su respuesta y a factores como el ángulo y tiempo de apertura es posible configurar diferentes opciones logrando la alimentación correspondiente de acuerdo a la mascota.

La implementación del sensor ultrasónico en la detección de nivel de alimento en el contenedor resultó adecuada brindando la funcionalidad requerida para notificar exitosamente al usuario cuando el alimento está próximo a terminarse a través de la aplicación móvil. La ubicación del sensor ultrasónico debió considerar su limitante de lectura “fuera de rango” cuando un objeto se encuentra a menos de **3cm**.

La selección de la tarjeta Spark Core se realizó considerando las características con las que cuenta, que resultaron de especial utilidad para el presente trabajo, como el módulo wifi, la velocidad del reloj, la memoria, el tamaño y el costo; así mismo nos permite consumir servicios web tipo REST a través de los cuales se logró la comunicación entre el dispensador y la aplicación móvil.

La aplicación móvil fue desarrollada de tal manera que resultará de uso sencillo para el usuario contando con una interfaz intuitiva. Los niveles de alimento del contenedor y del plato son graficados y mostrados al usuario con lo cual se brinda una representación visual sencilla de interpretar.

La información que despliega la aplicación a través de una gráfica es obtenida en tiempo real, lo cual resulta crucial cuando hablamos de monitorear las condiciones actuales del contenedor de alimento y el bienestar de nuestra mascota.

Al término de la herramienta es posible dispensar el alimento a la mascota de acuerdo a su tamaño y peso, en base a los horarios establecidos por el usuario a través de la aplicación móvil. Además el usuario es notificado oportunamente a fin de reabastecer el contenedor de alimento.

## 7.2 Trabajo a Futuro

En este apartado se tratarán las posibles mejoras a realizar en la herramienta así como la inclusión de nuevos módulos.

La herramienta cuenta con la posibilidad de añadir un módulo para monitorear a la mascota por medio de una cámara infrarroja, siendo la imagen de ésta visualizada a través del dispositivo móvil siempre que se requiera y se cuente con una conexión a internet. Además puede ser posible la reproducción de sonido en el dispensador colocándole una bocina a fin de enviar audios a nuestra mascota por medio de la aplicación móvil y así lograr una mayor cercanía con ella.

En el caso en el que el dueño cuente con más de una mascota, es posible implementar un mecanismo rotativo a fin de dispensar el alimento adecuado para cada plato. Para lo cual se presupone que cada mascota se encuentra adiestrada para comer únicamente de su plato. La aplicación móvil permitirá la configuración de cada mascota así como la visualización de las gráficas correspondientes.

El dispensador puede ampliarse añadiendo un contenedor de agua, el cual sería monitoreado a través de la aplicación móvil a fin de asegurarse que la mascota cuente con un suministro alimento y de agua. También es posible incrementar la capacidad del contenedor de alimento asegurando dicho suministro por más tiempo.

La aplicación móvil cuenta con la posibilidad de persistir la cantidad de alimento que consume la mascota diariamente a fin de mostrar estadísticas alimenticias de ella y detectar posibles desórdenes alimenticios que indiquen alguna enfermedad o trastorno ante lo cual se recomienda acudir lo antes posible con un veterinario.

La aplicación móvil puede ser complementada con información adicional de la mascota como fotos y su historial de vacunación, además de contar con recordatorios no solo alimenticios, por ejemplo citas con el veterinario, fechas de vacunación, desparasitación, entre otras.

Mediante ciertos ajustes es posible adecuar el proyecto para cubrir las necesidades alimenticias en caballerizas, graneros, establos y diversos criaderos donde el control del alimento resulta crucial para el buen desempeño de los animales.

## GLOSARIO

---

API

**Uniform Resource Identifier**, o Identificador Uniforme de Recursos.

MIME

## REFERENCIAS

---

- [1]. Alonso, E. O. (18 de 01 de 2011). La Jornada. Obtenido de <http://www.jornada.unam.mx/2011/01/18/sociedad/041n3soc>.
- [2]. (Tienen mascota 80% de hogares en México, 2011)
- [3]. (htt)
- [4]. SEARS S.A DE C.V. Recuperado el 2 de febrero de 2015, de <http://www.sears.ca/product/animal-planet-pet-feeder/606-000733758-1645324>.
- [5]. Feedandgo. Recuperado el 2 de febrero de 2015, de <http://www.feedandgo.com/pet-feeder/>.
- [6]. Radio Systems Corporation. PeatSafe. Recuperado el 2 de febrero de 2015, de <http://store.petsafe.net/5-meal-timed-pet-feeder>.
- [7]. Crown Majestic. Recuperado el 2 de febrero de 2015, de <http://www.crownmajestic.com/crown-majestic-diamond-series-iii/>.
- [8]. Andrew James UK LTD. Recuperado el 2 de febrero de 2015, de <https://andrewjamesworldwide.com/UserControls/productIndividual.aspx?ProductID=115#>.
- [9]. Jong-Hwan Kim, Seung-Hwan Choi, Duckhwan Kim, Joonwoo Kim and Minjoo Cho, “Animal-Robot Interaction for Pet Caring”, Computational Intelligence in Robotics and Automation (CIRA), 2009.
- [10]. NamKyung Lee; HyunWoo Lee; Won Ryu, WoO based Pet-Care Service in Smart Home, Dept. of Intelligent Convergence of Media Research Electronics and Telecommunications Research Institute DaeJeon, Korea, 2014.
- [11]. Supabuth Chutichudet, Tossapon Kanthathasiri, Israporn Ritsakunchai, Damras Wongsawang, “LFD: Lost and Found Dog Application on Mobile”, Faculty of Information and Communication Technology Mahidol University, Nakhonpathom, Thailand, 2014.
- [12]. Smarn Tesana, Nutnicha Weeramongkonlert, Kasidit Wijitsopon, Urachart KoKaew, Boonsup Waikham and Saiyan Saiyod; “Mobile Animal Tracking Systems Using Light Sensor for Efficient Power and Cost Saving Motion Detection”; Khon Kaen University, Thailand, 2012.
- [13]. Purina, 2015, <https://www.purina.es/sobre-mascota/todo-sobre-perros/alimentos-nutricion/alimentacion-sana/Pages/alimentacion-adeuada-para-perro.aspx>
- [14]. (Bayer, 2012) Bayer, ¿Qué y cuánto comer?, Miriam, <http://www.mirapets.cl/es/nutricion-balanceada/que-y-cuanto-comer/index.php>
- [15]. Corona; Leonel Germán, Sensores y Actuadores, 2014, Grupo Editorial
- [16]. Ruiz, Antonio Serena; García, Francisco Antonio Ros; Noruega, Juan Carlos Rico, Guía de sensores; Creaciones Copyright
- [17]. Carlos E. Canto, Sensores Ultrasónicos, Univesidad Autonoma de Sanluis Potosi, [http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES\\_PLC\\_PDF\\_S/28\\_S ENSORES\\_ULTRAS\\_NICOS.PDF](http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/28_S ENSORES_ULTRAS_NICOS.PDF)

- [18]. Alexander, Charles K., Fundamentos de circuitos eléctricos, 2006, Mc Graw Hill
- [19]. Senner, Adolf, Principios de electrotécnica
- [20]. Todo Robot, 2014, Octubre, <http://www.todorobot.com.ar/tutorial-sobre-motores-paso-a-paso-stepper-motors/>
- [21]. National Instruments Corporation, 2015, <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>
- [22]. Sommerville, I. (2005). Ingeniería de Software. Madrid: Pearson.